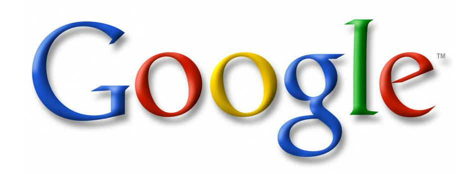

Google





EL
PUERTO DE VERACRUZ

MEMORIA

Escrita para la

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE MÉXICO

POR

LUIS E. VILLASEÑOR,

Ingeniero Civil,
Inspector de las Obras del Puerto de Veracruz, antiguo Alumno de la Escuela
E. de Ingenieros de México, etc.



MÉXICO
OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO.
Calle de San Andrés número 15.

1890

20 —

EL

PUERTO DE VERACRUZ

MEMORIA

Escrita para la

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE MÉXICO

POR

LUIS E. VILLASEÑOR,

Ingeniero Civil,
Inspector de las Obras del Puerto de Veracruz, antiguo Alumno de la Escuela
E. de Ingenieros de México, etc.



MEXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARIA DE FOMENTO
Calle de San Andrés número 15.

1890

EL PUERTO DE VERACRUZ.

Hace tiempo prometí á la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, escribir para ella una disertación sobre algún asunto profesional. Ninguno de los que pudieran estar á mi alcance me ha parecido tan digno de llamar la atención de la ilustrada Sociedad, como el relativo al proyecto de las obras marítimas que se construyen actualmente en el puerto de Veracruz.

Esta complexa materia ha sido discutida con frecuencia; pero casi siempre sin datos positivos que funden las ideas expuestas. La falta de conocimiento del régimen del puerto y circunstancias del litoral, han dado por resultado que la discusión se haya extraviado muchas veces, y que en general haya estado limitada á comentar algunos párrafos contradictorios tomados de las exposiciones de los proyectos Eads y Thiers.

En la Memoria que presento hoy á la Asociación, he examinado éstos únicamente bajo el punto de vista del trazado de las obras, dejando para otra vez el estudio de los sistemas de construcción propuestos y de los detalles de ejecución. Las opiniones que expreso son personales. Algunas, como la relativa á los efectos de las corrientes del S. E., difieren de las que han sido publicadas hasta hoy. Pueden resultar erróneas; pe-

ro yo creo que son la consecuencia legítima de las numerosas observaciones que he practicado en el puerto.

Esta Memoria fué escrita en Enero del presente año. Retardado su envío por causas independientes de mi voluntad, he aprovechado la demora para insertar algunos datos de temperaturas y corrientes submarinas, escogidos entre los varios tomados después de aquel mes.

Veracruz, Mayo de 1890.

ESTUDIO SOBRE EL PUERTO DE VERACRUZ.

PARTE PRIMERA.

EXAMEN DEL PUERTO.

I.—Importancia de Veracruz.

Desde remotos tiempos el puerto de Veracruz ha sido el más importante de la República. A pesar de su pequeña área disponible para las embarcaciones, de su inseguridad marítima y de la fiebre amarilla endémica en el litoral, el fondeadero fué durante muchos años, casi el único utilizado por el comercio del país para la exportación de productos nacionales é importación de artículos extranjeros.

Esta singular preferencia se debió sin duda antes de la independencia, á la proximidad del puerto á la capital de la colonia, y después á las dos vías de comunicación, establecidas entre ambas ciudades desde los tiempos de la dominación española. Hoy que los ferrocarriles principian á extenderse por todas las regiones productoras de la República, varios centros mercantiles de tránsito comienzan á desarrollarse en nuestra frontera con los Estados Unidos y en las costas del Golfo y del Pacífico; pero á pesar de compartir con ellos el movimiento comercial del país, la importancia de Veracruz no decrece y el tráfico del puerto aumenta diariamente, como una demostración clara del rápido progreso de la nación.

La noticia siguiente indica el movimiento de buques en el fondeadero de Veracruz, durante el año fiscal 1887–1888, comparado con el de los otros puertos del país.[1]

1 *Diario Oficial* del 13 de Septiembre de 1889.

ENTRADAS DE EMBARCACIONES.

PUERTOS.	NAVEGACIÓN EXTERIOR.				NAVEGACIÓN INTERIOR.				TOTAL DE BUQUES ENTRADOS	TOTAL DE TONELADAS
	BUQUES DE VAPOR.		BUQUES DE VELA.		BUQUES DE VAPOR.		BUQUES DE VELA.			
	Buques.	Toneladas	Buques.	Toneladas.	Buques.	Toneladas.	Buques.	Toneladas.		
Veracruz..............	164	275,270	62	22,003	117	31,221	230	13,131	573	341,625
Todos Santos.........	185	41,485	48	5,143	53	13,598	6	60	292	60,286
Progreso	135	197,885	144	17,095	171	151,889	252	14,129	702	380,998
Mazatlán	65	96,713	20	8,644	130	73,919	203	9,360	418	188,636
Tampico................	50	71,855	33	8,544	12	18,482	27	2,083	122	97,964
Acapulco...............	50	77,948	7	8,106	41	59,382	28	1,799	126	147,235
En los otros 17 puertos de altura, de la República	253	287,247	259	89,824	893	362,943	1,690	71,168	3,095	811,182
En los 26 puertos de cabotaje............	....	....	....	....	408	69,379	1,909	49,735	2,317	119,114
TOTAL.........	902	1.048,403	573	156,359	1,825	780,813	4,345	161,465	7,645	2.147,040

Resulta de los datos anteriores, que durante el año 1887-88, el movimiento de buques en Veracruz, fué, comparado con él total de todos los puertos de la República:

Por el número de buques de vapor, llegados de puertos extranjeros.—18.2 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por el número de buques de vapor, llegados de puertos nacionales.—6.4 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por el número de buques de vela, llegados de puertos extranjeros.—10.8 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por el número de buques de vela, llegados de puertos nacionales.—5.2 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por la cantidad de toneladas de arqueo de los buques de vapor, llegados de puertos extranjeros.—26.2 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por la cantidad de toneladas de arqueo de los buques de vapor, llegados de puertos nacionales.—3.99 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por la cantidad de toneladas de arqueo de los buques de vela, llegados de puertos extranjeros.—14 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por la cantidad de toneladas de arqueo de los buques de vela, llegados de puertos nacionales.—8.1 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por el número de buques, tanto de vela como de vapor, llegados de puertos extranjeros.—22.1 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por el número de buques, tanto de vela como de vapor, llegados de puertos nacionales.—5.6 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por la cantidad de toneladas de arqueo de los buques llegados de puertos extranjeros.—24.6 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Por la cantidad de toneladas de arqueo de los buques llegados de puertos nacionales.—4.7 por ciento del movimiento total de los 44 puertos de la República.

Así, la preponderancia de Veracruz como puerto, se debe, sobre todo, al movimiento de buques y mercancías extranjeras, pues mientras que en este movimiento le tocó á él solo, durante el año examinado, el 22.1 por ciento, por el número, y el 24.6 por ciento, por la cantidad de toneladas de arqueo del movimiento total, en el tráfico de buques procedentes de puertos nacionales, alcanzó solamente el 5.6 por ciento, por el número de embarcaciones, y el 4.7 por ciento, por la cantidad de toneladas. Ahora bien, los buques que hacen la navegación exterior son los de mayor arqueo y calado, como se demuestra en el siguiente estado, deducido de los anteriores:

NÚNERO MEDIO DE TONELADAS DE ARQUEO.

Navegación exterior.—Buques de vapor.—1,162 toneladas por buque.

Buques de vela.—273 toneladas por buque.

Navegación interior.—Buques de vapor.—428 toneladas por buque.

Buques de vela.—37 toneladas por buque.

Demuestran todas las cifras anteriores, que el fondeadero de Veracruz es no solamente el más concurrido de la República, sino también aquél cuyas aguas surcan las embarcaciones de mayor calado.

Igualmente, la importancia de Veracruz es considerable en lo que se refiere á los valores de las mercancías importadas y exportadas por él, y esto, no obstante las tres vías férreas que actualmente ligan el corazón del país con los Estados Unidos. Para demostrarlo, basta estudiar el estado siguiente:[1]

1 *Diario Oficial* de 10 de Enero de 1890.

COMERCIO GENERAL DE LA REPÚBLICA EN EL AÑO FISCAL DE 1888 A 1889.

ADUANAS.	EXPORTACIONES.			IMPORTACIONES.		
	VALORES.			VALORES.		
	En metales preciosos.	En demás artículos.	Total exportación.	De factura de las mercancías.	De los derechos causados.	Movimiento comercial total.
Veracruz.......... $	13.173,061–59	6.359,457–48	19.532,519–07	16.436,468–00	11.757,978–64	35.968,987–07
Ciudad–Juárez [Paso del Norte]..........	15.019,188–07	473,767–26	15.492,955–33	5.946,812–61	1.893,502–97	21.439,767–94
Progreso..........	147,324–43	6.864,528–03	7.011,852–46	2.437,543–40	1.478,040–87	9.449,395–86
Laredo de Tamaulipas..........	1.037,877–49	1.202,644–03	2.240,521–52	5.591,876–14	1.598,761–00	7.832,397–66
Mazatlán..........	5.399,874–58	101,855–10	5.501,729–68	1.045,739–48	1.046,748–75	6.547,469–16
Ciudad Porfirio Diaz [Piedras Negras]..........	1.187,883–25	1.007,702–75	2.195,586–00	2.155,738–00	1.302,777–72	4.351,324–00
Túxpam..........	....	1.438,560–98	1.438,560–98	164,134–74	86,967–28	1.602,695–72
Nogales..........	440,856–08	77,727–00	518,583–08	739,284–45	447,054–07	1.257,867–53
Tampico..........	111,696–00	546,326–75	658,022–75	513,765–99	408,786–86	1.171,788–74
Matamoros..........	182,083–00	276,584–29	458,667–29	602,302–46	645,385–30	1.060,969–75
Santa Rosalía..........	....	757,775–00	757,775–00	259,330–25	63,185–65	1.017,105–25
Conjunto de las 29 aduanas restantes del país..........	2.085,430–50	2.266,219–36	4.351.649–86	2.765,337–44	1.611,003–60	7.116,987–30
SUMAS.......... $	38.785,274–99	21.373,148–03	60.158,423–02	38.658,332–96	22.340,192–71	98.816,755–98

Así, en el año fiscal último, el movimiento comercial de Veracruz fué, con respecto al total de la República:

Exportación de metales preciosos.—33.9 por ciento de la total de la República.

Exportación de las demás mercancías.—29.7 por ciento de la total de la República.

Importación.—Por el valor de las facturas de las mercancías.—42.5 por ciento de la total de la República.

Importación.—Por el valor de los derechos causados.—52.6 por ciento de la total de la República.

Estos datos, mejor que ningún otro argumento, justifican la utilidad de las obras emprendidas, para dar al fondeadero de Veracruz la amplitud y seguridad de que hoy carece. Los grandes trabajos indispensables para ello, han costado ya á la nación sumas considerables, que con las que aún deberá invertir en la terminación de los diques y muelles, serán bien empleadas, si se logra transformar la insegura y estrecha rada actual, en un puerto capaz, que preste verdadero abrigo á las embarcaciones. Solamente la economía en los fletes y descarga de efectos, que producirá al comercio la continuación de las operaciones de alijo de los buques, durante la mayor parte de los nortes del invierno, compensará en pocos años al país, de todos los sacrificios pecunarios que se imponga para realizar aquella importante mejora.

Aunque inútil para el objeto de esta Memoria, y simplemente como un dato curioso, transcribo del Ensayo político sobre la Nueva España, un extracto del movimiento comercial de Veracruz en 1802.[1]

---

1 Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle Espagne, par A. de Humboldt. Tomo IV, pág. 68.

Balance del comercio de Veracruz en 1802.

Importación de España en productos nacionales.....	$ 11.539,219	
Importación de España en productos extranjeros....	$ 8.851,640	$ 29.390,850
Exportación para España..		33.886.219
Diferencia en favor de la exportación................		13.475,360
Comercio de España con Veracruz..................	$ 54.257,078	
Importación de América....		$ 1.607,729
Exportación para ídem......		4.581,148
Diferencia en favor de la exportación		2.973.319
Comercio de América con Veracruz..................	$ 6.188,877	
Importación total...........		$ 21.998,588
Exportación total...........		38.447,367
Movimiento total del comercio de Veracruz.....,	$ 60.445,955	

El comercio de Veracruz empleó en 1802, 558 buques, de los cuales:

Entrados de España................................	148
.. de América................................	143
Llegados al Puerto de Veracruz..................	291
Salidos para España................................	112
„ para América..............................	155
Salidos de Veracruz................................	267

II.—Posición y condiciones meteorológicas de Veracruz.

La ciudad de Veracruz está situada á 19° 12′ 07″ 7 de latitud Norte y á 6 h. 24 m. 28 s. 92 de longitud al O. de Greenwich (posición geográfica del Faro Benito Juárez, colocado en la torre del antiguo convento de San Francisco). Desde la orilla del mar la ciudad se eleva sobre un terreno arenoso, cuya suave pendiente de 3½ milímetros por metro, continúa hasta la falda de los médanos cercanos.

Los fuertes vientos de Invierno soplan generalmente del N.N.O. y raras veces del N.O., reinando, durante aquella estación, los del 4º cuadrante. En Verano dominan las brisas del E. y los demás vientos de los cuadrantes 1º y 2º, siempre con cortas velocidades que no alcanzan nunca á las de los N.N.O.; éstos adquieren frecuentemente proporciones considerables, durante los meses de Diciembre y Enero. Para dar una idea exacta del régimen de los vientos en el litoral de Veracruz, transcribo la siguiente relación con que los describió detalladamente el Capitán de Navío D. Bernardo de Orta:[1]

"Aunque en el Seno Mexicano, por hallarse situado entre "trópicos, no se puede decir que reina más viento que el ge- "neral de esta región, no obstante la continuación con que "desde Septiembre hasta Marzo se interrumpe esta ley gene- "ral por los vientos del Norte, hace que se mire como divi- "dido el año en dos estaciones: húmeda y seca, ó de brisas y "de nortes. La primera, en que las brisas no se interrumpen, "es desde el equinoccio de Marzo hasta el de Septiembre: y la "segunda, y en que ventan los nortes, es desde Septiembre "hasta Marzo. Para mayor claridad se hablará separadamente "de cada una de ellas.

1 Derrotero de las Islas Antillas, de las Costas de Tierra Firme y de las del Seno Mexicano.—1825. -Pág. 15.

"*Estaciones de nortes ó seca.*—En el mes de Septiembre es por
" lo regular cuando se sienten los primeros nortes; y tanto en
" este mes como en el siguiente de Octubre no soplan con mu-
" cha fuerza. Suele también suceder que no soplen, pero en
" tal caso se interrumpe la brisa con aguaceros y turbonadas.
" En Noviembre ya se entablan los nortes, que soplan con gran
" fuerza y continuación, y siguen de este modo en Diciembre,
" Enero y Febrero; en estos meses, luego que entran, van to-
" mando cuerpo, y al cabo de cuatro ó más horas adquieren
" toda su fuerza, con la cual continúan por espacio de cuaren-
" ta y ocho, y después siguen soplando por algunos días, pero
" en términos que son manejables. En estos meses los nortes
" son obscuros y noroestean, y se repiten con tal frecuencia, que
" en lo ordinario median de uno á otro, cuatro á seis días. En
" Marzo y Abril no son tan frecuentes ni duraderos; son más
" claros, pero en cambio en las primeras veinticuatro horas so-
" plan con más fuerza que en los meses anteriores, y noroes-
" tean menos. Desde Noviembre en adelante, que se entablan
" los nortes, como hemos dicho, reina en el intermedio de ellos
" un tiempo hermoso, en que soplan con gran regularidad la
" brisa de día y el terral de noche.

"Hay varias señales para conocer con alguna anticipación la
" entrada del norte. Tales son el viento al Sur entablado, la hu-
" medad de las paredes y pisos de las calles; y casas; el verse
" claro el Pico de Orizaba y serranías de Perote y Villarrica; el
" estarlo las de San Martín con sus faldas fajadas de un celaje
" blanco; el mayor calor y el mayor relente, y la niebla cerra-
" da ó suelta baja despedida del Sur con velocidad; pero la
" mejor predicción la da el barómetro. Este instrumento, en el
" tiempo de nortes en Veracruz, no señala más diferencia entre
" sus extremos de subida y bajada que la de 0,8 décimos; es
" decir, que no se eleva arriba de las 30 pulgadas 6, ni baja de
" las 29,8; su estado medio es de 30,1. Los nortes los predice
" con descenso, pero no soplan hasta que empieza á subir, lo
" que siempre se verifica pocos momentos antes de entrar el
" norte: en tal estado, fusilazos en el horizonte, especialmente

"de N.O. á N.E., acuenta en el mar, y telarañas en las jar-
"cias á la de día, bastan para no confiarse en el tiempo, por-
"que el norte es infalible.

"Este viento amansa generalmente á la caída del sol: esto
"es, no tiene la misma fuerza que tuvo desde las nueve de la
"mañana hasta las tres de la tarde, menos en el caso de em-
"pezar á soplar por la tarde ó al anochecer, pues entonces si-
"gue tomando su incremento sin guardar esta regla. También
"sucede que después de anochecido, y aún de media noche en
"adelante, ronda al terral ó cuarto cuadrante: en cuyo caso, si
"al amanecer pasa al tercero, ya no continuará el norte, pues
"sin duda á la hora regular soplará la brisa; pero si así no su-
"cede, á la salida del sol ó después, y al repuntar la marea,
"volverá á soplar el norte con la misma fuerza que el día an-
"terior, y entonces se les llama *nortes de marea.*

"También concluyen los nortes tomando la vuelta del pri-
"mer cuadrante que es la más segura. Si por la tarde lle-
"ga al N.E., aunque el día siguiente amanezca cubierto el cie-
"lo, como por la noche haya estado el terral en el tercer cua-
"drante, hay seguridad de brisa por la tarde, y de que el tiempo
"se mantenga bueno cuatro ó seis días, que es lo más que du-
"ra en la estación de los nortes; pero si del N.E. retrocede al
"N.N.E. ó N., aún no está el tiempo seguro.

"No faltan también ejemplares de que en Mayo, Junio, Julio
"y Agosto se hayan experimentado nortes de los más fuertes,
"á que llaman de *hueso colorado*, así como *chocolateros* á los más
"manejables; pero esto no es común.

"*Estación de brisas ó húmeda.*—Esta se verifica desde Marzo
"á Septiembre. Las brisas de fin de Marzo y todo Abril, que co-
"mo hemos dicho son de tanto en tanto interrumpidas por los
"nortes, son del E.S.E., frescachonas, claras unas veces, y obs-
"curas otras, picando á veces del S.E., y velando toda la no-
"che sin dar lugar al terral, que en lo general hay siempre de
"noche, menos cuando el viento es de Norte. El terral es más
"fresco cuando han empezado las aguas.

"Desde que el sol se halla en el zenit de Veracruz, hasta que

" vuelve á él; esto es, desde el 16 de Mayo hasta el 27 de Julio, " las brisas son calmosas, con mucha cerrazón y pequeñas tur- " bonadas, y aun después de pasada esta época suelen fijarse " los vientos bonancibles del N.O. al N.E.

"Desde el 27 de Julio hasta mediados de Octubre, que se en- " tablan los nortes, son más frecuentes las turbonadas, con " abundantes lluvias, truenos y relámpagos, y las que traen el " viento más duro son las del E., aunque tambien son las de " menos duracion.

"En la estación de brisas, la total variación del barómetro es " de 0.4 décimos; su mayor ascenso es á 30 pulgadas 35, y su " mayor descenso á 29 pulgadas 96. El termómetro en Junio " llega á 87° y no baja de 82½°; en Diciembre llega á 80½, y no " baja de 66½; esto se entiende al abrigo de la intemperie y " puesto en una sala del Castillo, la más fresca y ventilada.

"En los meses de Agosto y Septiembre es raro el año que no " se experimentan huracanes en las Floridas y otras partes de las " Antillas; pero á Veracruz y demás puntos de la Costa hasta " Campeche, nunca llegan, y á lo más suele sentirse la mar sor- " da del que ha habido en mayor latitud. Los huracanes en- " tran por el primer cuadrante, y aunque no siempre es una " misma la vuelta que dan, la más común es por el segundo " cuadrante. A falta de barómetro puede servir de anuncio el " soplar la brisa del primer cuadrante, cerrada y con llovizna."

Como la cuestión del régimen de los vientos es de capital importancia para el estudio del Puerto y de las obras necesarias para mejorarlo, copio aquí un cuadro en que he resumido 7,436 observaciones practicadas en el Instituto Veracruzano, desde 1883 hasta 1889, por los Sres. D. Esteban Morales y D. José Rosell. En el Apéndice de esta Memoria aparecen otros doce estados, uno para cada mes del año, que indican cómo varían los vientos, según las diversas estaciones. Cada cuadro contiene el número de veces en que soplaron vientos del rumbo de la mar, así como las velocidades media y máxima de ellos.

De las cifras del cuadro citado resultan los dos importantes datos siguientes:

1º En la costa de Veracruz, los vientos del 4º cuadrante son mucho más frecuentes que los demás del rumbo de la mar. Los del primer cuadrante son los más raros y los del segundo ocupan el término medio.

2º Los vientos del 4º cuadrante adquieren una velocidad muy superior á la de los demás. Los del 2º cuadrante adquieren algunas veces mayor intensidad que los del 1º; pero su velocidad media es menor.

Los diagramas de la lámina 2ª hacen más sensibles estas diferencias.

III.—Examen del litoral.

El litoral en que se encuentra la Rada, considerado en una extensión de 30 kliómetros, presenta la forma irregular que aparece en la lámina 1ª Las puntas Gorda y de la Caleta, al Norte, avanzan hacia la mar formando dos cabos, separados por la ensenada de Vergara que tiene 5,600 metros de cuerda y 1,400 metros de flecha. Ambas están protegidas por dos arrecifes, que se extienden paralelamente á la playa y muy cerca de ella, con longitudes de 3½ kilómetros el de, Punta Gorda y de 1,000 metros el de la Caleta. La ensenada que los separa, limpia de escollos, tiene fondos de arena.

At Sur de la Caleta, la costa sigue un alineamiento próximamente recto de 3 kilómetros de longitud, donde está construída la Ciudad, frente precisamente del Fondeadero; la Punta de Hornos, en que termina este alineamiento, está defendida por el arrecife de su nombre, también muy próximo y paralelo á la playa, en toda su longitud de 1 kilómetro. El terreno del alineamiento es arenoso, y sólo existen en él dos pequeños arrecifes en los costados del Muelle Fiscal.

Entre las Puntas de Hornos y Mocambo, la playa se recorta con una nueva ensenada de 4,400 metros de cuerda y 1,000

.IMA.

... E. AL S.	
... S.S.E.	S.
...méd.	Veloc. máx.
..7	3
..48	4
.1	6
..113	7
.17	9
..917	6
..754	5
..175	6
..04	3
1.868	3
1.847	4
1.57	3
1.968	9

..E., por haber sido

metros de flecha. La Punta de Mocambo está protegida por un arrecife cercano á la playa y la ensenada tiene fondos de arena, exactamente como las anteriores.

Desde Mocambo hacia el Sur y hasta la Punta de Antón Lizardo, otra ensenada mayor que las anteriores, con cuerda de 16,700 metros y flecha de 5,500 metros, repite los caracteres descritos antes; su fondo es arenoso y el cabo que la termina está protegido por varias restingas.

Al Norte de Punta Gorda desembocan dos ríos importantes: el de Actópam, que nace en las faldas del Cofre de Perote y cuya boca llamada de Chachalacas, está situada á 31½ kilómetros al Norte de Veracruz, y el de la Antigua, que con sus numerosos confluentes que nacen en las sierras de los cantones de Jalapa, Coatepec y Huatusco, sale al Golfo en la boca de la Antigua, á 20½ kilómetros al Norte de aquel Puerto.

En la costa Sur de Veracruz, desembocan igualmente dos ríos de mucha mayor consideración: el Jamapa y el de Alvarado. El Jamapa nace en las faldas del Citlaltepec, y unido con sus varios afluentes, el Estero, Xoyolapa, río de Cañas, etc., se junta más abajo de Medellín con el río de Cotaxtla, que tiene también su origen en el Citlaltepec y cuyos afluentes principales son: el Atoyac, el Chiquihuite, San Alejo, Seco y Tumbacarretas. Reunidos el Jamapa y el Cotaxtla en un solo brazo, se les unen cerca ya de la desembocadura, el arroyo Moreno y el Estero que viene de la Laguna de Mandinga, para formar la ría que desagua en Boca del Río, á 10 kilómetros al Sur de Veracruz.

En la ría de Alvarado, situada á 48 kilómetros al Sur de Antón Lizardo, y cuya barra tiene de 8 á 9 pies, se reunen cuatro ríos: el de Saltabarranca, el Papaloápam, el de Acula y el Blanco. El Papaloápam nace en el Estado de Oaxaca y engrosado con sus tributarios el Tonto, Chiltepec, el Obispo, Tesechoacán y San Juan, adquiere un gran caudal de agua y es navegable en una extensión de más de 120 kilómetros. El Blanco, que también es caudaloso, tiene su origen en las cumbres de Acultzingo y se le reunen sus afluentes el Ingenio, Escamela, Metlac, Tuxpan-

go y los Amates. La laguna de Alvarado, donde desembocan todos ellos, tiene una anchura de 4 kilómetros, reducida á un kilómetro en la ría que desagua en el mar.

Además de las grandes bocas citadas, Chachalacas, la Antigua, Boca del Río y Alvarado, existen en el litoral otras varias pequeñas intermedias, que no tienen la misma importancia. Las aguas de aquellos cuatro ríos arrastran, durante las crecientes, enormes cantidades de árboles, arena y lodo, y son por consiguiente una amenaza para las profundidades de los puertos de Veracruz y Antón Lizardo, hacia donde las corrientes marítimas del litoral conducen los sedimentos arrastrados. Adelante me ocuparé de la parte que á cada uno de los dos fondeaderos toca en la repartición de aquellos atierrres.

Volviendo á ocuparme de la configuración del litoral, haré notar que desde Punta Gorda hasta Antón Lizardo, todas las puntas salientes están protegidas por enormes arrecifes madrepóricos, en tanto que las ensenadas tienen fondos exclusivamente de arena, sin abrigo ninguno de los fuertes N.N.O. de la estación de Invierno. Indica esto claramente, que tales ensenadas son debidas á la socavación producida en las playas arenosas que las constituyen, por las violentas olas que desarrollan aquellos vientos, las cuales no pueden rebajar del mismo modo el terreno sólido de las puntas Gorda, de la Caleta, de Hornos, de Mocambo y de Antón Lizardo. Una prueba de la verdad de este aserto, es que en la parte de playa donde existe la ciudad de Veracruz, y que está defendida de los vientos duros del N.N.O. por el arrecife de la Gallega, la socavación no se ha producido, y la costa presenta la forma de un alineamiento sensiblemente recto, en vez de tener la de una ensenada, como las demás que no tienen igual protección.

El Barón de Humboldt, en su Ensayo Político, para explicar por qué los Puertos naturales son tan raros en el Golfo de México, dice lo siguiente:

"Si nos fijamos en las costas orientales de la Nueva España, " vemos que no disfrutan de la misma ventaja que las occiden- " tales. Hemos dicho antes que no existen en ellas puertos ver-

" daderamente tales pues el de Veracruz, por el cual se hace
" anualmente un comercio de cincuenta á sesenta millones de
" pesos, no es más que un mal surgidero entre los arrecifes
" de la Caleta, Gallega y Lavandera. La causa fija de esta des-
" ventaja, es fácil de comprender. La costa de México, á lo lar-
" go del Golfo de este nombre, puede ser considerada como un
" dique, contra el que, los vientos alisios y el movimiento per-
" petuo de las aguas de Este á Oeste, arrojan las arenas que
" el Océano tiene en suspensión. Esta corriente de rotación,[1] cos-
" tea la América Meridional desde Cumaná hasta Darien, re-
" monta hacia el Cabo Catoche y después de contornear largo
" tiempo el Golfo de México, sale por el Canal de Florida
" dirigiéndose hacia el Banco de Terranova. Las arenas amon-
" tonadas por el contorneo de las aguas, desde la Península de
" Yucatán hasta las bocas del Río del Norte y del Mississippí,
" estrechan insensiblemente la cuenca del Golfo Mexicano. He-
" chos geológicos muy notables prueban este crecimiento del
" Continente; por todas partes se ve retirarse al Océano. Cer-
" ca de Soto la Marina, al Este de la Ciudad de Nuevo San-
" tander, el Sr. Ferrer ha encontrado á diez leguas en el inte-
" rior de la costa, las arenas movedizas mezcladas con conchas
" pelágicas. He hecho la misma observación en las cercanías
" de la Antigua y de la Nueva Veracruz. Los ríos que des-
" cienden de la Sierra Madre y desembocan en el mar de
" las Antillas no contribuyen poco para el aumento de los atie-
" rres. Es curioso observar que las costas orientales de la An-

1 En dos notas de la misma obra (págs. 223 y 224) Humboldt dice. "Llamo corriente de rotación, al movimiento general de las aguas de Este á Oeste, que se observa en la parte del Océano comprendida entre los trópicos." "El Golf Stream, sobre el cual Franklin y después Williams, en su tratado de navegación termométrica, nos han dejado observaciones preciosas, lleva las aguas de los trópicos á las latitudes boreales. Debe su origen, á la corriente de rotación que choca contra las costas de Veragua y de Honduras, y que remontándose hacia el Golfo de México, entre el Cabo Catoche y el de San Antonio, sale por el Canal de Bahama. Este movimiento de las aguas, es el que lleva las producciones vegetales de las Antillas hasta Noruega, Irlanda y las Canarias."

"tigua y de la Nueva España ofrecen las mismas desventajas "á los navegantes."[1]

Respetando la opinión del ilustre autor del Ensayo Político, no creo que la gran corriente del Golfo influya tan poderosamente para el avance de nuestras costas, que á mi modo de ver, se explica en general más naturalmente por los atierres debidos á tantos ríos caudalosos que llevan sus sedimentos al Golfo, de donde no pueden salir con facilidad hasta el Océano libre. Los grandes bancos de arena de las costas occidentales de Florida y Yucatán, que á primera vista corroboran la opinión de Humboldt, son debidos, en mi concepto, á otra causa. Los violentos N. N. O., tan frecuentes en el Golfo, deben haber contribuído mucho para la formación de esos bajos fondos, arrastrando con sus corrientes las materias sólidas arrancadas de otras partes del litoral y depositándolas al chocar contra las costas citadas, cuya dirección es normal á la de los temporales. Estas corrientes mucho más rápidas, al menos cerca de las playas, que el Gulf Stream, tienen parte muy principal en todos los movimientos de fondos que se verifican en el Seno. Más adelante, al tratar de las corrientes del Puerto, expondré los datos en que me fundo para creer que en las cercanías de Veracruz, la gran corriente del Golfo no tiene acción sobre la costa. Si ésta gana terreno sobre el mar, es debido más bien á la causa expresada antes.

Los Sres. Ingenieros Fernández, Sentíes y Méndez, en una Memoria presentada al Ministerio de Fomento, con motivo del proyecto del Sr. Thiers para mejorar el puerto de Veracruz, aseveran también que la playa "ha ido ganando sobre el mar, "como lo demuestra el hecho de haberse encontrado en la que "es hoy calle Principal ó Avenida Juárez, restos de embarca- "ciones."[2]

Si el atierre de estos restos de embarcaciones, se ha debido efectivamente á un avance de la costa, y no á alguna circuns-

1 Essai Politique sur le Royaume de la Nouvelle Espagne, par Alex. de Humboldt. Tomo I, pág. 286.

2 Pág. 3.

tancia fortuita, el movimiento debe haber sido excesivamente lento. Tengo á la vista la carta del Puerto, levantada en 1798 por D. Bernardo de Orta, y reproducida por Humboldt en su inmortal Ensayo;[1] comparándola con los planos recientes, se

1 Atlas de la Nouvelle Espagne.

ve que la playa no ha ganado nada en el transcurso de noventa y dos años, y que se conserva hoy exactamente como entonces. Lámina III.

IV.—Exámen del Puerto.

Frente á la Ciudad de Veracruz (Lámina 1) se extiende la Rada, que no es más que el estrecho canal comprendido entre los arrecifes de la Gallega, Caleta, Lavandera y Hornos, abrigado en parte de los fuertes vientos del N. N. O., por el primero de aquellos escollos. Por tal disposición, los pilotos de Cortés compararon el fondeadero con una bolsa cerrada.

Fuera del Puerto, numerosos y colosales arrecifes forman una especie de herradura irregular de unos ocho kilómetros de longitud y unos seis kilómetros de anchura, cuya base está apoyada sobre las Puntas de la Caleta y Mocambo. Los escollos, que se denominan Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Anegada de Adentro, Isla Verde, Pájaros y Sacrificios, están separados entre sí, por canales anchos y profundos, y son todos de naturaleza madrepórica, aunque de diferentes formaciones.

El de la Gallega, debe ser una especie de *atoll*, en forma de cráter, porque teniendo sus bordes á un nivel superior al de la baja marea, la parte central se encuentra mucho más baja, formando una cavidad que está completamente colmada de are-

ría. Ignoro cual será la profundidad del suelo madrepórico en el interior de la restinga, pero sí sé, que en 1882, al cimentar un muro sobre ella, hice cavar más de dos metros en el piso de arena sin encontrar el fondo sólido.

Ninguno de los demás arrecifes de Veracruz presenta esta particularidad. Todos velan durante las bajas mares, con excepción de la Lavandera, cuyo punto culminante está á más de un metro bajo la superficie del mar. Este hecho, como la pequeñez de este peligroso escollo, indican, á mi juicio, que es de formación más reciente que los otros. Si es así, probablemente continuará creciendo en altura y llegará á la superficie, después de algunos siglos.

En 1881, el Sr. Wrotnowsky, por encargo del capitán Eads, practicó varias perforaciones en el fondo de los dos canales comprendidos entre la Gallega y los arrecifes de la Caleta y de la Lavandera. Averiguamos entonces que, por debajo del fondo de arena y á diversas profundidades, continúa el suelo madrepórico, estando probablemente unidos los tres escollos. Acompañan á esta Memoria ambos perfiles. Lámina II.

Según Reclus, [1] los pólipos, cuyas secreciones forman las restingas madrepóricas, trabajan con mayor actividad en los bordes exteriores de ellas, donde están combatidos con frecuencia por olas furiosas, pues en tales lugares sus construcciones alcanzan más rápidamente el nivel de las mareas. Es curioso observar, que la gran mayoría de los arrecifes de Veracruz y de Antón Lizardo presentan formas alargadas, cuyo eje mayor está dirigido en el sentido de los fuertes vientos del N. N. O., como si cada colonia de pólipos, al fabricar sus celdillas, buscase el abrigo de otras ya construídas para protegerse de los embates violentos de la mar.

Es también muy notable la posición que ocupan las islas de la Blanquilla, Verde, Sacrificios y Salmedina, en ambos surgideros, con respecto á los escollos sobre los cuales están asentadas. Como esta situación es un dato importante para juzgar

1 Traité de Géographie Générale, par Elisée Reclus. Tomo XIV, pág. 44.

de las corrientes del Puerto, me ocupará de nuevo al tratar del último asunto.

El canal comprendido entre los arrecifes de la Gallega, Caleta y Lavandera, que como he dicho ya, constituye el fondeadero de Veracruz, tiene una anchura de 900 metros. Su mayor profundidad es de 15 á 16 metros, en lugares próximos al arrecife de la Gallega, que expuestos al choque directo de las olas del N. N. O., han quedado substraídos por causa de la resaca originada, á los atierres de las corrientes azolvantes. En el canal existen varios pequeños arrecifes: el del Burro, situado entre la Gallega y la Lavandera, con 5.50 metros de agua; las Lajas de afuera y de Adentro, entre la Gallega y la Caleta, á 4 metros de profundidad, y las lajas al Sur y al Norte del muelle fiscal, con fondos muy cercanos á la superficie de la mar.

Para dar idea de las pendientes del piso submarino del fondeadero, consideraré la línea trazada entre el faro de Ulúa y la Puerta del Muelle Fiscal. Partiendo de la playa, el fondo baja con pendiente de 1 p§ hasta la profundidad de 6 metros, que se encuentra á 660 metros del segundo punto; desde allí hasta el arrecife de la Gallega, la pendiente se hace más y más rápida, con una inclinación media de 2 p§.

Todos estos detalles están tomados del plano hidrográfico del Fondeadero, que levanté en 1881, por encargo del H. Ayuntamiento de la Ciudad, y que sirvió al capitan Eads para el estudio de su proyecto de mejora del Puerto. La carta construída contiene sobre 12,000 sondeos, fijados cada uno por intersecciones con dos ángulos aproximados hasta los minutos, y es tan minuciosa, que son pocos los puntos del fondeadero que dejan de estar acotados en ella. Sus datos han estado sujetos, en el curso de las obras del Puerto, á numerosas pruebas que han sido otras tantas comprobaciones, por lo cual es digna de fe, y señala con exactitud el nivel de los fondos de la Rada, como eran hace ocho años.

Naturalmente, estos fondos no son en general planos. Las pendientes varían con frecuencia; los numerosos pliegues del

terreno hacen contornear caprichosamente á las curvas de nivel. Los obstáculos caídos en el piso, los creados artificialmente para beneficio del Puerto, y las grandes restingas que levantan del suelo sus escarpadas murallas, contribuyen para esta desigualdad, produciendo unas veces atierres, otras socavaciones, con accidentes variados, pero sujetos siempre á las leyes del acarreo y depósito de los sedimientos que arrastran las corrientes submarinas.

Trazando en el plano hidrográfico de 1881 las curvas de nivel del fondo, y estudiándolas atentamente, se descubren algunos hechos notables, que no dejaré pasar desapercibidos, porque son otros tantos datos importantes para esta Memoria. (Lámina 5).

Llama desde luego la atención, cómo las curvas de nivel desde la playa hasta 4 metros de profundidad, tienen un punto de retroceso al N. N. O. de la desembocadura del Tenoya, de donde vuelven atrás hacia el Sur, para alejarse por segunda vez hacia el Norte, después de un nuevo retroceso. El fondo de 4.0 metros está, en los puntos de retroceso, á 5.25 metros de la playa, mientras que en otros lugares del Puerto sólo dista 250 metros de ella. Débese ésto, sin duda, á los atierres que conduce el Tenoya hasta el fondeadero y que se depositan en forma de barra dirigida hacia el N. N. O., porque en Verano, durante las crecientes del arroyo, es cuando dominan en la costa las corrientes del S. E. Parece inútil decir, que una de las cosas más necesarias para asegurar el éxito del Puerto artificial que se construye en Veracruz, es la desviación del Tenoya y de todas las zanjas y caños de la Ciudad, para conducirlas hasta afuera del fondeadero por un buen sistema de atarjeas. Transcribo á continuación lo que dije sobre este asunto á la Secretaría de Fomento, en mi informe de 30 de Junio de 1889.

" Ya que he hablado de las obras secundarias que impone
" el proyecto aceptado para la mejora del Puerto de Veracruz,
" debo mencionar especialmente una, de absoluta precisión y
" cuya fábrica corresponde al H. Ayuntamiento de la Ciudad.

" Me refiero al drenaje de la población, que hoy se liberta de " sus aguas y desechos, por medio de caños y de zanjas descu- " biertos que desaguan en el fondeadero. Este sistema, que ac- " tualmente no tiene inconvenientes sino para la salubridad " pública, los tendrá también muy graves para la conservación " de los fondos de la rada, si continúa establecido después de " la clausura completa del canal del N. O., porque las aguas " sucias del Tenoya, las que desembocan en la Caleta, las de " la zanja Bureau y demás caños, son bastantes para producir " el azolvamiento lento, pero seguro, del ancladero abrigado " por el dique. Si el mal no se corrige con una buena red de " atarjeas, llevadas hasta fuera del espacio cerrado por el rom- " peolas, será necesario el trabajo de una draga, para conser- " var las profundidades de los fondos é impedir la acumulación " en ellos de los desechos, cuya remoción, apenas es preciso " decirlo, perjudicará mucho á la salubridad del lugar."

Se ha repetido con frecuencia, que en el centro del fondeadero existe un gran banco de arena, cuya dirección general es de S. E. á N. O. En una serie de artículos sobre el Puerto de Veracruz, publicados hace años en la Prensa de la localidad y de México, se dice, refiriéndose al banco, lo siguiente:

" La bahía según recordamos haber visto en planos antiguos, " todavía hacia el año de 25 tenía 8 brazas de fondo; hoy tie- " ne menos y además un bajo en el centro (N. O. á S. E.) cu- " yo banco se forma ó resuelve según la estación........ Varias " son las causas que se asignan para la formación del banco, " con más ó menos fundamento, y nosotros creemos que siem- " pre se ha formado, con la diferencia de que cuando la bahía " tenía buen fondo, no era tan notable, pero que hoy lo es á " causa del poco que hay."[1] "Desde tiempo inmemorial está " marcado en el centro de la bahía un banco de arena, que la " divide en dos: su dirección es N. O. á S. E. " " Ese banco " era y es variable de fondo, según las estaciones. Las vientos

1 El Progreso de 12 de Febrero de 1868.

"fuertes y grandes corrientes del N. O. removían y arrastra-
"ban las arenas y cuando aquellos eran frecuentes y las olas
"reventadas, había sobre el banco 20 ó más piés de agua; pe-
"ro luego con los vientos y corrientes del E. conduciendo are-
"nas, hacían bajar ese fondo á diez y seis piés y algunas veces
"hasta doce."[1]

Sin ocuparme por ahora de las opiniones expresadas en los párrafos transcritos sobre las corrientes del Fondeadero, asunto que examinaré muy detalladamente adelante, haré notar, primero, que el plano hidrográfico de 1881 indica en el Puerto profundidades hasta de 14 y 15 metros bajo la más baja marea, que son un poco mayores que las 8 brazas (13.^{m}45), á que se refiere el articulista, y después, que la misma carta no señala el banco de arena citado. Existen sí, además de varias en otros lugares, dos pozas elípticas de unos 100 metros de eje mayor, situadas en la prolongación del Muelle Fiscal, á distancias de 50 metros y 175 metros, respectivamente, de su extremidad. En el primer hondo, la profundidad es hasta de 6.8 metros y de 5.9 metros en el segundo; entre ambos, el fondo tiene 3.1 metros de agua y es la continuación de los fondos de las cercanías. Supongo que éste será el banco á que alude el articulista; pero si es así, el nombre aplicado indica un accidente del suelo submarino, que es justamente el contrario del que existe en realidad. Estas pozas deben ser consecuencia del espolón saliente que forma el Muelle Fiscal. "Cada espolón, dice
"Rankine,[2] protege una porción de la playa, cuya longitud es
"próximamente cinco veces mayor que la suya; generalmente
"la corriente que contornea su extremidad produce una soca-
"vación en el fondo del canal, de una anchura aproximada-
"mente igual á la cuarta parte de la longitud del espolón; el
"material extraído se deposita en el espacio entre los espo-
"lones."

1 Monitor Republicano de 9 de Diciembre de 1880.
2 A Manual of Civil Engineering, pág. 711.

En cuanto á los cambios de profundidad sobre el banco, y que varían desde 20 pies (5m.60) hasta 12 (3m.36), según el autor de los artículos que examino, ¿no serán la consecuencia deducida de una mala observación? En las pozas citadas, los taludes son rápidos, pues en cierto lugar la sonda marca 5m.6, y á 20 metros de distancia, solamente 3m.1. ¿No habrán sido tomados uno de estos puntos por el otro, cosa muy fácil cuando los sondeos no se fijan rigurosamente por medidas angulares?

Otra observación importante que puede hacerse en el plano de 1881, es relativa á las socavaciones y atierres verificados en las cercanías de los arrecifes del puerto, Los de la Gallega, sobre todo, indican la marcha de los sedimentos arrastrados por las corrientes, dato que aprovecharé al ocuparme de este último asunto.

V.—Mareas del Puerto.

Para describir las mareas de Veracruz, transcribo á continuación varios párrafos de un Estudio que publiqué en 1885. [1]

"La fórmula (VI), especial para las mareas semejantes á las " del Puerto de Brest, ha sido deducida de la ecuación gene- " ral (I), demostrada por Laplace."

"Resumiendo las propiedades de las mareas semidiurnas, de- " ducidas de la discusión de la fórmula (VI) y las demostradas " por Laplace, resulta:

"1º Las ondulaciones de la mar en el puerto de Brest, son " el tipo de cierta clase de mareas, cuyo carácter principal con- " siste en su periodicidad semidiurna.

"2º En esta clase de movimiento de las aguas, ocurren dia- " riamente dos pleamares ó máximas, y dos bajamares ó mí- " nimas.

"3º La mar oscila arriba y abajo de un plano de nivel cons- " tante, llamado *plano medio general de la marea.*

1 Estudio de las Mareas del Puerto de Veracruz.—Pág. 21 y siguientes.

"El plano medio de la marea de un día, en determinado lugar " de la tierra, oscila en muy pequeño espacio, arriba ó abajo del " plano medio general, según que la latitud correspondiente sea " mayor ó menor de 45°.

"4º En la pleamar de un día cualquiera, las aguas se elevan " sobre el plano medio de la marea del día, próximamente tanto " como descienden abajo del mismo plano, en el momento de " la baja mar.

"5º En cada lunación las amplitudes de las mareas adquie- " ren sus máximas en las correspondientes á las zizigias, y sus " mínimas en las correspondientes á las cuadraturas.

"6º Las amplitudes de las mareas zizigiales, adquieren sus " máximas en las épocas equinocciales, cuando la luna está en " el perigeo, y sus mínimas en las solsticiales, cuando la luna " se encuentra en el apogeo.

"7º Las amplitudes de las mareas de cuadratura adquieren " sus máximas en las solsticiales, y sus mínimas en las equi- " nocciales.

"8º La diminución de las mareas, partiendo de las zizigias " equinocciales, es á la diminución correspondiente, partiendo " de las zizigias solsticiales, como 13 : 8.

"9º El crecimiento de las mareas, partiendo de las cuadratu- " ras equinocciales, es al crecimiento correspondiente, partien- " do de las cuadraturas solsticiales, como 2 : 1.

"10º La altura de las mareas totales, en su máximum hacia " las zizigias equinocciales, es á la altura correspondiente ha- " cia las zizigias solsticiales, próximamente como el cuadrado " del radio es al cuadrado del coseno de la declinación de los " astros hacia los solsticios.

"11º El exceso de la altura de las mareas totales hacia las " cuadraturas solsticiales, sobre la altura correspondiente hacia " las cuadraturas equinocciales, es igual al exceso de altura " de las mareas totales hacia las zizigias equinocciales, sobre la " altura correspondiente hacia las zizigias solsticiales.

"12º La influencia de la luna sobre las mareas, crece propor- " cionalmente al cubo de su paralaje.

" 13º El retardo de las mareas de un día á otro, es próxima-
" mente dos veces menor hacia las zizigias que hacia las cua-
" draturas; es próximamente de 27 minutos en el primer caso,
" y de 55 minutos en el segundo.

"14º El retardo de las mareas es mayor hacia las zizigias
" solsticiales, que hacia las equinocciales, en la relación de 8 á
" 7; hacia las cuadraturas equinocciales es mayor que hacia las
" solsticiales, en la relación de 13 á 9.

"15º La distancia de la luna á la tierra influye sobre el re-
" tardo de las mareas; un minuto de crecimiento en el semi-
" diámetro aparente de la luna, da 251 segundos de crecimiento
" en este retardo hacia las zizigias, y 90 segundos solamente
" hacia las cuadraturas.

"Los resultados obtenidos por Laplace para la marea semi-
" diurna de Brest y las análogas á ella, no están rigurosamente
" conformes con los hechos observados en diversos puntos del
" litoral francés, donde domina aquella especie de ondulacio-
" nes. Mr. Chazallon, ingeniero hidrógrafo, que se ha ocupado
" extensamente del asunto y recogido innumerables datos ma-
" reométricos, señala en un informe á la Academia de Ciencias
" de Paris, diversas anomalías que no indica la teoría de La-
" place. Véase lo que resulta de los estudios de aquel obser-
" vador:

"1º El nivel medio no es constante; en Goury, cerca del ca-
" bo de la Hogue, varía 0m.70 próximamente.

"2º Las mareas no están en una relación constante con las
" de Brest; en Dieppe, esta relación varía de 1.3 á 1.8.

"3º La diferencia entre las horas de las pleamares de dos
" puertos, no es siempre igual á la diferencia de los estableci-
" mientos de estos puertos.

"4º La ley que rige la elevación y descenso del mar, se se-
" para mucho, algunas veces, de la teoría de Laplace; así, la du-
" ración del flujo, lejos de ser igual á la del reflujo, varía algu-
" nas veces hasta 2^h $15^{m.}$.

"5º La expresión analítica dada por Laplace para calcular
" las alturas de las aguas, es incompleta, porque además de las

" ondulaciones que constituyen su fórmula, existen otras que " producen mareas considerables, cuya suma se eleva en algu- " nos puertos hasta la cuarta parte de la marea semidiurna.

"6º Estas ondulaciones, sospechadas por Savary, tienen un " período de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$ de día.

"Completando la fórmula de Laplace con estas ondulaciones, " se representan con gran exactitud, según Mr. Chazallon, los " movimientos de la mar en todos los puertos donde ha reco- " gido observaciones mareométricas.

"Gran número de autores, al ocuparse de la cuestión de las " mareas, se limitan á asentar como resultado de la teoría de " Laplace, una fórmula semejante á la (VI), sin mencionar si- " quiera la ecuación general (I). Aquella fórmula de la marea " semidiurna conviene muy aproximadamente, como acabamos " de ver, á los puertos en que domina esa clase de ondulacio- " nes; pero su aplicación extendida sin ningún criterio á todos " los mares del globo, conduce á los mayores absurdos.

"Cuando comencé á observar las mareas de Veracruz, me " sorprendió mucho la inmensa diferencia que presentaban sus " caracteres principales, con los de las ondulaciones semidiur- " nas, consideradas frecuentemente como tipo de todas las ma- " reas terrestres. En las zizigias equinocciales, cuando yo espe- " raba ondulaciones de gran amplitud relativa, no se verificaban " sino mareas muy escasas, y al contrario, en las cuadraturas " equinocciales, cuando debían ocurrir las mareas mínimas, sólo " aparecía en el transcurso de veinticuatro horas una ondula- " ción de mucha mayor amplitud que la observada en las zisi- " gias de la misma época; el mareómetro señalaba, ya la exis- " tencia de dos oscilaciones diarias, ya la de una sola; las máxi- " mas mareas de cada lunación no se presentaban siempre en " las cercanías de las zizigias; el plano medio no era constante; " y por último, en las zizigias solsticiales ocurrían inesperada- " mente las más amplias ondulaciones del año. Anomalías se- " mejantes presentaban las horas de las pleamares y bajamares: " en las épocas *primaveral* y *estival*, comprendidas desde el equi- " noccio de primavera hasta el de otoño, las bajamares de las

" ondulaciones diurnas ocurrían siempre en las tardes, en tanto " que en las *autumnal é invernal*, comprendidas desde el equi- " noccio de otoño hasta el de primavera, las bajamares semejan- " tes se presentaban siempre en las montañas; las pleamares de " las mareas diurnas, que en las dos primeras épocas se efec- " tuaban en las mañanas, aparecían en las tardes durante las " otras dos. Todas estas irregularidades aparentes, confirmaban " hasta cierto punto los únicos datos conocidos entonces res- " pecto de este asunto, y contenidos en una nota inscrita en " el plano hidrográfico de los fondeaderos de Veracruz y An- " tón Lizardo, levantado en los meses de Abril y Mayo de 1839 " por algunos oficiales de la Armada francesa. Aquella nota " dice textualmente: "Sólo existe una marea en el transcurso " de 24 horas. Su movimiento es muy irregular.—Hacia las zi- " zigias de estío, las bajamares se verifican entre las tres de la " tarde y las siete de la noche, en tanto que las pleamares ocu- " rren en la mañana entre siete y nueve. En invierno, al con- " trario, las bajamares se verifican en la mañana. En las cua- " draturas, las mínimas y las máximas de la marea ocurren " próximamente hacia el mediodía y la medianoche. La mayor " diferencia observada en el nivel de las aguas, ha sido de nue- " ve decímetros."

"Según adelantaban mis observaciones, más perceptibles se " me hacían las relaciones entre los diversos aspectos de las " mareas y las posiciones relativas del sol y de la luna, hasta " que al fin descubrí, que las mareas semidiurnas ocurrían en " los días cercanos á aquellos en que la declinación de la luna " era nula, y que las diurnas se presentaban cuando la misma " declinación se acercaba á su máximum. Este resultado me " condujo á suponer que la marea de Veracruz era la resultan- " te de dos ondulaciones, semidiurna la una y semejante á la " del puerto de Brest, diurna la otra y capaz de adquirir muy " diversas amplitudes, para que nulificándose en ciertos casos " dejase predominar á las oscilaciones semidiurnas, y amplián- " dose mucho en otros, dominase á su vez y envolviese, por " decirlo así, á la marea semidiurna."

La fórmula para predecir la altura de la marea en cualquier momento, deducida en el Estudio, de los datos mareométricos recogidos, es:

$$\begin{aligned} a\, y' = e + 0^{m}0355 \{ & i^{3}.\, cos^{2}\, v.\, cos\, 2\, (\delta - 2^{h}\, 24^{m}) \\ & + 3\, i'.^{3}\, cos^{2}\, v'\, cos\, 2\, (\delta + (\varphi - \varphi') - 2^{h}\, 24^{m}) \\ & - 9\, i.^{3}\, sen\, v.\, cos\, v.\, sen.\, (\delta - 2^{h}\, 24^{m}) \\ & - 27\, i'^{2}.\, sen\, v.\, cos\, v'.\, sen\, (\delta + (\varphi - \varphi') - 2^{h}\, 24^{m}) \} \end{aligned} \qquad (I)$$

en la cual

$a\, y'$ =la altura de la mar en cualquier momento sobre el plano de la marea media del día.

e =la altura del plano medio, que en Veracruz es variable, sobre el plano fijo de la más baja marea.

δ =ángulo horario del sol ó sea ángulo que ha descrito por su movimiento diurno, desde su paso por el meridiano hasta el momento para el cual se desea calcular la marea.

i =relación de la distancia media entre el sol y la tierra á su distancia en el momento que se considera.

i' =paralaje de la luna en el momento considerado, dividida por la paralaje media del mismo astro.

v, v' =declinaciones del sol y de la luna, consideradas positivas las boreales, y negativas las australes.

φ, φ' =ascensiones rectas del sol y de la luna.

Los datos astronómicos referentes á las posiciones del sol y de la luna, deben tomarse para veinticuatro horas antes del momento que se considera.

Discutiendo esta fórmula, se llega á las conclusiones siguientes, que están de acuerdo con las observaciones hechas.

"Hacia las *zizigias equinocciales*, v' es igual á 0, y en tal ca-
" so, la fórmula indica una marea semidiurna de unos $0^{m.}20$
" de amplitud, cuyas pleamares se verifican á 2 h. 24 m. y á
" 14 h. 24 m., próximamente, y cuyas bajamares ocurren á 8 h.
" 24 m. y á 20 h. 24 m., próximamente. (Lámina IV. Fig. 1.)

"A partir de una *zizigia equinoccial*, la amplitud de la marea " semidiurna de la mañana disminuye de día en día, en tanto " que aumenta la de la ondulación semidiurna de la tarde; la " hora de la bajamar de ésta, avanza la misma cantidad que " avanza la diferencia (φ—φ'). Al acercarse á las cuadraturas, " la marea, que cerca de las zizigias presentaba distintamente " dos oscilaciones diarias, no indica más que una.

"Hacia las *cuadraturas equinocciales*, v' llega á su máximo, y " entonces se presenta una marea diurna, cuya bajamar se ve- " rifica hacia 14 h. 24 m.; al acercarse á la alta mar correspon- " diente, las aguas fluctúan ligeramente durante algún tiempo, " en un corto espacio vertical.

"En este intervalo se verifican las dos pleamares y la baja- " mar intermedia, indicadas por el 2º y 4º términos de la fór- " mula, pero la amplitud de la fluctuación es tan pequeña, que " en realidad puede considerarse como una alta mar prolon- " gada durante aquel tiempo. La amplitud total de la marea, " es el triple ó más de la correspondiente á la marea semi- " diurna ocurrida hacia las zizigias de la misma época. (Figu- " ra 2ª)

"Partiendo de las *cuadraturas equinocciales*, la fluctuación de " pequeña amplitud que ocurre en éstas, comienza á crecer, en " tanto que disminuye al mismo tiempo la amplitud conside- " rable de la otra ondulación; las mareas semidiurnas comien- " zan á aparecer distintamente, con intensidades muy diversas, " que poco á poco se igualan, hasta que en la zizigia siguiente " se reproducen los fenómenos descritos antes.

"Estas ondulaciones semidiurnas de amplitudes muy dife- " rentes, se conocen en Veracruz con el nombre de *mareas que-* " *bradas*. Las gentes de mar de la localidad, que no conocen " las leyes que las rigen, las consideran como anómalas é irre- " gulares. En esta Memoria se prueba que esta suposición es " errónea: la irregularidad de semejantes oscilaciones es só- " lo aparente, pues tanto ellas, como las muy regulares de otras " épocas, obedecen á una sola ley expresada por la fórmula " general transcrita.

"Hacia las *cuadraturas solsticiales*, $v' = 0$; las ondulaciones " representadas por los términos 2º y 3º de la fórmula, se com- " binan para producir la marea, que en estas épocas es una " marea semidiurna, cuyas dos oscilaciones difieren mucho en " amplitud. Las bajamares ocurren próximamente á 2 h. 24 m. " y á 14 h. 24 m.; las pleamares se verifican á 8 h. 24 m. y á " 20 h. 24 m., próximamente. Hacia los solsticios de estío, la os- " cilación de pequeña amplitud tiene lugar de 2 h. 24 m. á 14 h. " 24 m., próximamente; al contrario, en los solsticios de invier- " no, la ondulación de mayor amplitud es la que ocurre á estas " horas. (Fig. 3.)

"A partir de una *cuadratura solsticial*, la marea de menor " amplitud crece de día en día, en tanto que mengua la mayor; " las horas de sus pleamares avanzan tanto como avanza la di- " ferencia ($\varphi - \varphi'$).

"Llega naturalmente un momento en que las dos ondulacio- " nes semidiurnas son iguales; la que era menor en las cuadra- " turas, continúa aumentando y disminuyendo la otra, hasta " adquirir la forma que presenta la marea en la zizigia siguiente.

"Hacia las *zizigias solsticiales*, (fig. 4), v y v' llegan á sus máxi- " mos, y entonces se presenta una marea diurna cuyas bajama- " res tienen lugar hacia 8 h. 24 m. en los solsticios de estío, y " hacia 20 h. 24 m. en los solsticios de invierno; al acercarse " á la pleamar correspondiente, las aguas fluctúan ligeramente " durante algún tiempo, pero esta fluctuación es tan pequeña, " que puede considerarse como una alta mar prolongada du- " rante aquel intervalo. La amplitud de las mareas correspon- " diente á esta época, varía con el valor de la declinación máxi- " ma de la luna que, como se sabe, oscila de 18° 18′ 30″ á " 28° 36′ 30″; dicha amplitud varía desde 0m.68 que puede ad- " quirir en el solsticio de estío, en que estando la luna en el " apogeo, la declinación máxima del astro sea de 18° 18′ 30″, " hasta 1m.23 que alcanzará en el solsticio de invierno, en que " estando la luna en el perigeo, la declinación máxima del as- " tro suba á 28° 36′ 30″. Este valor de 1m.23 es el de la ma- " yor amplitud posible en la marea de Veracruz.

" Los caracteres de las mareas deducidos, como se ha visto, " de la fórmula, confirman uno de los fenómenos más curiosos " que me revelaron mis datos mareométricos y que llamó vi- " vamente mi atención al comenzar las observaciones. En éstas " aparece, que cuando la declinación lunar se acerca á su máxi- " mo y predomina la marea diurna, la baja mar ocurre *siempre* " en las mañanas durante las épocas autumnal é invernal y " *siempre* en las tardes en las primaveral y estival. Se acaba de " ver que dicha fórmula indica claramente este hecho, pues se " ha deducido de ella que en las cuadraturas solsticiales de in- " vierno, la baja mar se verifica hacia $20^h 24^m$, en tanto que en " las de estío, esta mínima tiene lugar hacia las $8^h 24^m$.

" La más alta mar ocurrida durante el tiempo que abrazaron " mis observaciones, subió á $1^m 15$ sobre el plano inferior de " referencia, y la más baja mar descendió á $0^m 05$ abajo del mis- " mo plano. Las más altas pleamares observadas no se efec- " tuaron en los mismo días que las más bajas mares, lo que " dependió en parte de la variación del plano de la marea me- " dia del día.

" Según la teoría de Laplace, el nivel del plano medio general " de la marea, determinado por la superficie de equilibrio que " tomarían las aguas de mar si el sol y la luna no las atrajesen, " es invariable, pero el plano medio de la marea de un día, se " separa de aquel una cantidad representada por el término

$$— 0^m 02052 \, (1 + 3 \cos 2\,\theta) \left\{ i^3 (1 — 3 \operatorname{sen}^2 v) + 3\, i'^3 (1 — 3 \operatorname{sen}^2 v') \right\}$$

" siendo esta separación hacia arriba ó hacia abajo, según que " la latitud geográfica del lugar considerado es menor ó mayor " que 45°. El coeficiente constante del término anterior, ad- " quiere en Veracruz el valor

$$+ 0^m 0277$$

" y en consecuencia, la magnitud máxima que el repetido tér-
" mino alcanza hacia las zizigias equinocciales, será próxima-
" mente de

$$+ 0^{m}086.$$

" Como durante mis observaciones mareométricas, han ocurri-
" do variaciones hasta de $0^{m}50$ entre las alturas de los planos
" medios de las mareas correspondientes á diversos días, y es-
" tas oscilaciones se han verificado tanto hacia arriba como ha-
" cia abajo del nivel que debe ocupar el plano medio general,
" he deducido que el término citado antes es insuficiente para
" expresar aquellas variaciones, y que en Veracruz los hechos
" no confirman la fórmula de la Laplace, en la parte referente
" al nivel del plano medio. Como se recordará, cosa análoga
" sucede en los puertos á que se contraen las notas de Mr. Cha-
" zallon.

" Siendo relativamente corto el número de observaciones
" mareométricas recogidas en la localidad, no me ha sido po-
" sible establecer una fórmula que dé aproximadamente para
" cualquier tiempo, la altura del plano medio de la marea del
" día sobre el inferior de referencia. Me he limitado á sustituir
" el término que la representa, según Laplace, con la canti-
" dad variable *e*, y á determinar esta altura para las épocas en
" que su variación es más sensible, por medio de promedios
" obtenidos con las observadas.

TABLA DE LOS VALORES APROXIMADOS DE **e**.

Meses del año.	Para v′=0, en el caso en que la paralaje lunar sea mayor que 0°57′30.″	Para v′=0, en el caso en que la paralaje lunar sea menor que 0°57′30.″	Para los días en que v′ adquiere sus valores máximos.	
			Cuando v y v′ son del mismo signo.	Cuando v y v′ son de signo contrario.
	e =	e =	e =	e =
Enero, Junio, Julio y Diciembre..................	0^m62	0^m48	0^m45	0^m40
Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre............	0^m50	0^m50	0^m50	0^m45
Marzo, Abril, Septiembre y Octubre..........	0^m68	0^m64	0^m64	0^m62

" Entre los varios datos mareométricos que poseo, sólo los " recogidos en las costas del Archipiélago de Filipinas, en la " bahía de Cárdenas, y en las Costas del Golfo de México, in- " dican ondulaciones semejantes á las de Veracruz. De la Me- " roria sobre las mareas del litoral Sur de la Isla de Mindanao, " publicada por su autor D. Fabián Montojo,[1] resulta que el fe- " nómeno de las mareas en aquellos lugares, participa algo del " carácter general de todas las del Archipiélago filipino, aun- " que en menor grado que las estudiadas en Manila, Balabac, etc.

" La amplitud de la onda semidiurna varía de 0^m30 á 1^m10 " en Zamboanga, y de 0^m72 á 2^m70 en Pollok.

" La amplitud de la ondulación diurna alcanza hasta 1^m20 en " Zamboanga, y hasta 0^m90 en Pollok.

" Esta relación particular entre las amplitudes, origina que " la onda semidiurna domine en general en aquel litoral; du- " rante las observaciones del Sr. Montojo, la marea sólo fué " diurna en Pollok los días 18 de Marzo y 16 de Abril de 1876,

1 Anuario de la Dirección de Hidrografía.—Madrid.-Año XVII, pág. 190.

" en tanto que en Zamboanga ocurrió igual fenómeno en los " días 2 y 16 de Febrero; 2 y 17 de Marzo; 1º, 16 y 30 de Abril; " 8 y 17 de Mayo, esto es, en las cuadraturas equinocciales y " en las cercanas á ellas.

" Las pleamares mayores se observan en Zamboanga, Pollok " y Manila, por la tarde ó noche en invierno, y por la mañana " en verano. Hemos visto que igual cosa acontece en Veracruz.

" En el resumen de las observaciones mareométricas de la " bahía de Cárdenas, su autor Don Antonio Martínez, teniente " de navío, asienta que *cuando la declinación de la luna es nula,* " *ocurren dos mareas iguales, y cuando es máxima boreal ó austral,* " *hay una marea muy grande y otra muy pequeña. Según los prác-* " *ticos de la localidad, las mareas son mayores en verano que en* " *invierno.*[1]

" De las curvas publicadas con el citado resumen, se deduce " que la amplitud de la onda semidiurna es de unos 0^m50 ha- " cia las zizigias equinocciales, y que la correspondiente á la " oscilación diurna debe ser poco mayor que 0^m90 en la epoca " solsticial; la relación entre las dos ondas es, por lo tanto, de 1 " á 2 próximamente, y esto explica la aparición constante en " aquel puerto, de dos mareas diarias de muy desigual ampli- " tud.

" No contando con los recogidos en Veracruz, carezco abso- " lutamente de datos relativos á las mareas de nuestros puer- " tos del Golfo; en cambio, poseo algunos de la costa americana, " que por su semejanza con aquellos, hacen presumir la gene- " ralidad de ciertos caracteres en todas las mareas del litoral.

" Anualmente se publica en los informes de la Comisión ame- " ricana exploradora de las costas (U. S. Coast Survey), la si- " guiente relación de los rasgos más notables de las mareas que " ocurren en la extensa costa comprendida entre Cabo Florida " y Brazos de Santiago.

" En la Costa de Florida, desde el Cabo Florida hasta St. " Marks, las mareas pertenecen á la clase más frecuente; las " dos ondulaciones del día son desiguales en amplitud, y la di-

1 Anuario de la Dirección de Hidrografía.-Madrid.-Año XVIII, p. 327.

" ferencia, que es pequeña en Cabo Florida, crece á medida que " se avanza por la Costa occidental de la Península, desde aque- " lla punta hasta Tortugas. Desde Tortugas hasta St. Marks, la " desigualdad diaria es mayor y próximamente constante; las " ondas adquieren formas semejantes á las del Pacífico, aun- " que de menor amplitud.

" Entre St. Marks y la entrada de Apalachicola (Isla de San " Jorge), las mareas pertenecen á la clase de las diurnas, con " una sola pleamar y baja mar en el intervalo de 24 horas lu- " nares.

" En la Isla San Jorge se presentan dos ondulaciones por " día, en los cuatro ó cinco cercanos á aquel en que se nulifica " la declinación lunar; en el resto del mes sólo ocurre una ma- " rea diaria, que fluctúa ligeramente hacia la pleamar, durante " un intervalo de 6 á 9 horas.

" Desde el Cabo de San Blas hasta las Bocas del Mississippi, " las mareas diurnas son muy regulares, en tanto que las semi- " diurnas son irregulares y de menor amplitud; éstas aparecen " solamente en los dos ó tres días inmediatos al de declinación " lunar nula, y el tiempo de aparición frecuentemente se re- " duce á menos. La ligera fluctuación de las aguas en las plea " y baja mares, es comparativamente corta y raras veces ex- " cede de una hora.

" La doble marea reapareee al Oeste de las Bocas del Missi- " ssippi. En Isla Dernière se presenta distintamente y con irre- " gularidad durante tres ó cuatro días, cuando la luna se acerca " al Ecuador. En las demás épocas predomina la marea única, " modificada naturalmente por las ondulaciones semidiurnas, " que originan la aparición hacia la pleamar, de una dilatada " fluctuación de 6 á 10 horas; este intervalo mengua al aumen- " tar la declinación de la luna, y algunas veces se reduce á una " hora.

" En Calcasieu, las mareas son distintamente dobles y muy " desiguales; siendo de amplitud corta, presentan casi el mis- " mo aspecto que las de Isla Dernière.

" En Galveston, las ondulaciones semidiurnas se hacen cla-

" ramente perceptibles, á pesar de su pequeña amplitud, duran-
" te los cinco ó seis días inmediatos á aquel en que la declinación
" lunar es nula. En las demás épocas prevalece la marea diur-
" na, que presenta una peculiaridad notable; las aguas, después
" de una corta fluctuación, hacia la pleamar, bajan un pequeño
" espacio y fluctúan de nuevo durante varias horas, para con-
" tinuar después su movimiento de descensión hasta la baja
" mar inmediata; algunas veces, las aguas bajan con mucha
" lentitud desde el momento de la pleamar hasta pasadas 9 ó
" 10 horas, y después rápidamente hasta la bajamar.

"En la entrada de Aransas y Brazos de Santiago, prevalece
" la marea única, y solamente en los dos ó tres días inmediatos
" á aquel en que la luna está en el Ecuador, se presentan on-
" dulaciones dobles, de corta amplitud é irregular apariencia;
" en las otras épocas, la marea es diurna y las aguas fluctúan
" ligeramente al acercarse á la pleamar, durante un intervalo de
" 6 á 9 horas, en cuyo tiempo ocurren frecuentemente peque-
" ñas fluctuaciones irregulares, ó un corto descenso.

" Es máxima la amplitud de las mareas de toda esta parte del
" Golfo, cuando la máxima declinación de la luna coincide con
" una zizigia, y es mínima en el caso en que siendo nula la de-
" clinación lunar, las ascenciones rectas del sol y de la luna
" difieren 90° ó 270°.

" Siendo tan escasa la amplitud de las ondulaciones, el in-
" flujo de los vientos se hace muy sensible y es bastante para
" modificar sus formas y aumentar sus irregularidades.

" La tabla siguiente contiene las alturas medias que con res-
" pecto al plano medio, adquieren las aguas del mar en los
" lugares citados anteriormente.



TABLA de las elevaciones ó depresiones de las aguas del mar, con respecto al plano medio, en diversas estaciones de la costa del Golfo de México.

ESTACIONES.	ELEVACIONES Y DEPRESIONES MEDIAS.		
	MEDIA.	En la mayor declinación lunar.	En la menor declinación lunar.
Isla de San Jorge, Florida...	1 pie 1	1 pie 8	0 pie 6
Pensacola, Florida.............	1 „ 0	1 „ 5	0 „ 4
Fuerte Morgan, Bahía de Mobila. Alabama..............	1 „ 0	1 „ 5	0 „ 4
Isla del Gato, Mississippi......	1 „ 3	1 „ 9	0 „ 6
Entrada del Suroeste, Louisiana..........................	1 „ 1	1 „ 4	0 „ 5
Isla Dernière, Louisiana.......	1 „ 4	2 „ 2	0 „ 7
Entrada del lago Calcasieu, Louisiana.....................	1 „ 9	2 „ 4	1 „ 7
Galveston, Texas..............	1 „ 1	1 „ 6	0 „ 8
Entrada de Aransas, Texas..	1 „ 1	1 „ 8	0 „ 6
Brazos de Santiago...........	0 „ 9	1 „ 2	0 „ 5

" Se ve, por lo expuesto, que las mareas de la costa Norte " del Golfo pueden referirse al mismo tipo de las de Veracruz. " Las diferencias entre unas y otras, se explican por los diversos " valores que adquieren en cada estación las relaciones entre las " amplitudes de las ondas diurna y semidiurna, variaciones que " dependen en gran parte de la configuración de las costas y " fondos cercanos. Yo creo, que el mismo tipo domina en todo " el Seno Mexicano, pero para afirmarlo sería necesaria la ad- " quisición de datos mareométricos numerosos, que hasta hoy " no se han recogido."

La lámina IV señala por medio de curvas mareométricas, observadas después de la publicación del Estudio citado, los caracteres que presentan en Veracruz las ondas de marea en las diversas épocas del año.

VI.—Corrientes.

Comienzo ahora el estudio de las corrientes submarinas del Puerto, cuestión complexa de suyo y más difícil aún para mí, que no tengo todos los numerosos datos que quisiera para juzgarla con acierto. Como la adquisición de éstos requiere dilatado tiempo y elementos considerables de que no he podido disponer hasta ahora, me conformaré con exponer aquí las pocas observaciones recogidas personalmente, que con algunos hechos tomados de autores respetables, constituyen los fundamentos de mis opiniones en el asunto.

Según he dicho ya, tres canales anchos y profundos dan acceso al Fondeadero de Veracruz; uno al N. O., entre los arrecifes de la Caleta y la Gallega; otro al E., entre el segundo escollo y la Lavandera, y el último al S. E., entre la Lavandera y el arrecife de Hornos. Como la restinga de la Gallega ocupa toda la parte comprendida entre el N. N. E. y el E. N. E del Puerto, éste presenta en general la forma de un canal encorvado, estrecho relativamente á su longitud, donde sólo pueden manifestarse dos corrientes opuestas, una del N. O. que entra por el canal de ese rumbo dirigiéndose hacia los canales del E. y otra inversa del S. E. que llega por éstos y sale por el primero.

La corriente aparece con una ú otra dirección, según la que tiene el viento reinante. Los vientos del N. O., N. N. O. y N., originan la corriente del N. O.; los del N. E. al S. E., la contraria. Casi es general que la corriente y el viento sean de la misma dirección. Sin embargo, si después de varios días en que el viento ha soplado constantemente de uno de los rumbos marcados, produciendo una corriente del mismo sentido, cambia al otro cuadrante, la corriente conserva durante cierto tiempo su dirección primitiva y entonces coexisten un viento y una corriente opuestos. Este hecho, que por otra parte es relativamente raro, se verifica tanto con las corrientes del N. O., como con las del S. E.

Cuando en un día el viento y la corriente son débiles, y en la noche el viento sopla constantemente del rumbo de tierra, en la mañana siguiente no se manifiesta en el Puerto ninguna corriente sensible. He observado frecuentemente este fenómeno; pero siempre, durante las primeras horas de la mañana.

He notado también en ciertas ocasiones que, no habiendo ninguna corriente apreciable en las cercanías de la playa, á 3 ó 4 metros de profundidad, existía una sensible en los canales de entrada, donde el fondo es de 8 ó 9 metros.

La velocidad de las corrientes en el Fondeadero, varía con la del viento generador. Hemos visto la gran diferencia de intensidades con que soplan los violentos N. N. O. de la estación de Invierno y las brisas del E. y S. E. que reinan en el Verano. Igual variedad presentan las corrientes. Según los datos que me han proporcionado algunos marinos acreditados, en el Puerto se han medido con la corredera, corrientes del N. O. hasta de siete millas por hora (3m.60 por segundo) durante varios N. N. O. de excepcional violencia. Las corrientes del S. E. no alcanzan nunca una velocidad extraordinaria; las más rápidas que he medido han sido de una milla por hora (0m.51 por segundo) y no adquieren una velocidad mucho mayor con los brisotes frescos que ocurren á menudo en el litoral durante cierta época del año.

La diferencia notable entre las velocidades de las corrientes del N. O. y del S. E., no se debe solamente á la correspondiente de los vientos que las originan, aun cuando sea esta el factor principal. El Puerto, abierto completamente del lado del N. O. por el canal comprendido entre la Gallega y la Caleta, deja libre acceso á las corrientes de esa dirección. Si por el rumbo opuesto estuviera en condiciones análogas, probablemente las corrientes del S. E., teniendo espacio sin obstáculos donde desarrollarse, alcanzarían á veces dentro del fondeadero mayor intensidad que actualmente; pero protegido hacia ese lado por los arrecifes de la Lavandera, Hornos, Blanquilla, Anegada de Adentro, Isla Verde, Pájaros y Sacrificios, las corrientes originadas en la mar por los vientos del 1º y 2º cuadrantes,

tienen que sufrir numerosas inflexiones y choques para seguir los canales comprendidos entre los escollos, y llegan á él ya relativamente amortiguadas.

Se ha dicho y escrito repetidamente por personas más ó menos competentes, que de las dos corrientes que se manifiestan en Veracruz, la del S. E. es dominante y puede considerarse como la normal, siendo interrumpida por los vientos del primer cuadrante que originan la contraria; pero que una vez calmados éstos, cesa la corriente accidental del N. O. y aparece de nuevo la del S. E., que es una derivada de la conocida con el nombre de Gulf Stream.

Esta opinión lanzada á la publicidad sin ningún fundamento experimental y acogida sin examen, es errónea en mi concepto y no resiste á un análisis serio, como pretendo demostrar en las líneas siguientes. Faltándome observaciones directas sobre el asunto y tratándose de un fenómeno complicado en cuya producción intervienen tan numerosos factores, no me extrañaría que mis apreciaciones, y no las contrarias, fuesen falsas, á pesar de los argumentos en que me apoyo.

Parece desde luego que si las corrientes del S. E. fuesen en Veracruz normales y derivadas de la gran corriente del Golfo, que corre sin intermitencia en una dirección constante, no serían frecuentes en el Puerto las mañanas en que no se manifiesta ninguna corriente, pues en esos momentos de calma, deberían aparecer siempre con claridad las corrientes derivadas. "El Gulf Stream, dice Maury, es un río en medio del Océano, "cuyo nivel no cambia ni en las más fuertes sequías ni duran- "te tas lluvias más copiosas. Está limitado por aguas frías, en "tanto que su corriente es caliente. Tiene su origen en el Gol- "fo de México y se dirige hácia el Océano Ártico. No existe "sobre la tierra un curso de agua que tenga su majestad: la ve- "locidad de su marcha es mayor que las del Mississippi y Ama- "zonas, y su caudal mil veces más considerable.

"Las aguas desde el Golfo hasta las costas de la Carolina, "son de color índigo obscuro, y la línea de separación con las "aguas del Océano tan perfectamente marcada á la simple vis-

"ta, que á menudo se puede apreciar la mitad de un buque "inmergido en las aguas del Gulf Stream, mientras que la otra "mitad flota en las aguas del Océano.

"El Niágara es un río inmenso que desciende á la llanura; "pero en lugar de permanecer separado de las aguas del lago "Ontario en centenares de millas, se mezcla y confunde con "ellas. No sucede lo mismo con el Gulf Stream. Es verdad que "se extiende gradualmente; pero en lugar de mezclarse con el "Océano, como aquel río inmenso que desciende hacia los la-"gos del Norte, sus aguas, como una corriente de aceite, per-"manecen separadas de las del Oceano, en un trayecto de 3,000 "millas." [1]

Este hecho notable descrito por Maury, es ya un indicio de que no deben existir en las cercanías de las costas del Seno Mexicano corrientes derivadas del Gulf Stream, pues en tal caso no se explicaría esa separación entre las aguas de la gran corriente y las del Golfo, tan netamente marcada, que puede apreciarse en algunos lugares con la simple vista. La diferencia de color entre ambas aguas se debe, según todos los geógrafos, tanto al exceso de sales disueltas en las primeras, que produce un aumento de densidad, como á su mayor temperatura. Si el Gulf Stream produjera corrientes secundarias, el agua de éstas no se mezclaría fácilmente con la del resto de la mar, conservaría su densidad, color y temperatura, y haría por tal motivo vaga la posición del borde donde se hubiesen determinado las derivaciones.

"Además, continúa diciendo Maury, al mismo tiempo que "el Gulf Stream lleva hacia el Norte con rapidez torrencial una "masa de agua considerable á través del estrecho de la Flori-"rida, una corriente fría viene de la bahía de Baffin y de las "costas del Labrador, corriendo hacia el Sur con gran rapidez. [2] "Esta corriente encuentra al Gulf Stream en el gran banco de "Terranova en que se bifurca; una rama pasa debajo de la co-"rriente del Golfo, como lo demuestran los hielos que derivan

1 Géographie Physique de la Mer, par M. F. Maury.—Págs. 1, 2 y 6.
2 Géographie Physique, pág. 10.

"al través de ésta; la otra continúa para el Sur hacia el mar
"de las Antillas, en que su temperatura es muy inferior á la
"temperatura media."

La primera rama de la corriente fría, después de pasar por debajo del Gulf Stream, corre hacia el Sur entre la gran corriente de agua caliente y la costa oriental de los Estados Unidos, y entra probablemente al Golfo de México siguiendo la costa septentrional del Seno, pues á la altura de Nueva Orleans, en la costa, reina una corriente dirigida hacia el Oeste, en sentido contrario del Gulf Stream.

"Los peces pueden dar, escribe Maury,[1] una de las mejores indicaciones de la existencia de las corrientes frías."

"............. Los sheep's-head, tan estimados en Virginia y
"Carolina, pierden todas sus cualidades cuando se les pesca
"en los bancos madrepóricos del canal de Bahama. El mismo
"caso se presenta en otras clases de peces, que tomados en las
"costas orientales de los Estados Unidos, y en aguas frías, son
"estimados, en tanto que los que se pescan algunas millas más
"lejos, en el Gulf Stream, son detestables. La temperatura de
"las aguas en Belize pasa de 32.°2 (centígrados). Los peces
"de sus alrededores, no son comparables á los tomados á la
"misma altura en las corrientes frías. Nueva Orleans debe á
"su corriente fría, la superioridad que para la pesca tiene res-
"pecto de la Florida."

Otra prueba de que en la costa Norte del Golfo la corriente litoral más próxima á la costa, es de E. á O., en sentido contrario del Gulf Stream, que pasa á algunas millas de distancia, se encuentra en la Historia de las Jettées del Mississippi, publicada por el Ingeniero E. L. Corthell. Después de citar varios datos en apoyo de la existencia de aquella corriente, dice: "Pe-
"ro el predominio de la corriente del Oeste, que sin duda es
"debida principalmente á los vientos reinantes, está demos-
"trado por el hecho de que los leños flotantes en el Mississip-
"pi, las maderas de las jettées y las boyas colocadas en el Delta,

1 Géographie Physique, págs. 46 y siguientes.

" que pierden sus amarras, son encontradas invariablemente " á lo largo de la costa occidental de la Louisiana y de Texas." [1]

El hecho de las corrientes inmediatas al Gulf Stream y de opuesta dirección, ha sido reconocido desde principios del siglo. El Derrotero, citado en la página 298 de esta Memoria, al tratar de los vientos del litoral de Veracruz, dice: "A cada lado " de la corriente del Golfo, como ya se ha dicho, hay una con- " tracorriente que se dirige en dirección contraria...." [2]

Si en la costa Norte del Golfo existen las contracorrientes del E., á que se refièren los párrafos citados, es probable que en las aguas de Veracruz también aparezcan cerca del Gulf Stream, con una dirección del N. O. al S. E.

Estas contracorrientes, si existen, no se manifiestan tampoco como normales en el Puerto, lo que es natural, porque la gran corriente se aleja bastante de la costa de Veracruz. Describiéndola el Derrotero, dice en la página 565: "A la distancia de " unas 40 millas al N. del Cabo Catoche, el Gulf Stream se di- " rige al N. O. ¼ O., cambiando desde allí su dirección al S. S. O., " enfrente de la punta N. O. de Yucatán ó Punta de Piedras, " casi á la misma distancia de la costa; siendo su velocidad un " poco menos de ½ milla por hora. Entre dicha Punta y Vera- " cruz no se experimenta corriente alguna."

"Tres grados al N. N. E. de Veracruz, se ha hallado que la " corriente se dirige al N. E., una milla por hora. Desde este " paraje, al N. N. E. y N. ¼ N. O., volviendo, otra vez al N. E., " hasta muy próximo del paralelo de 25° 30′ y longitud de " 85° 13′."

El Derrotero comprueba estos hechos con varias derrotas de navegación en estos mares. Copio á continuación parte de la del navío "San Lorenzo," en su viaje de la Habana á Veracruz, porque demuestra que, á pesar de los vientos del E. y S. E., constantes aunque suaves, que soplaron durante la travesía, no se notó ninguna corriente al aproximarse á Veracruz.

1 A History of the Jetties at the mouth of the Mississippi River, by E. L. Corthel. (C. E.) Pág. 233.

2 Derrotero de las Antillas, de las costas de Tierra Firme y de las del Seno Mexicano. 1825. Pág. 581.

DERROTA DE D. TOMÁS UGARTE EN EL NAVÍO "SAN LORENZO," DESDE LA HABANA Á VERACRUZ.—AÑO DE 1794.

Al aproximarse á Veracruz.

Fechas.	Latitud.	Longitud.	Dirección del viento.	Fuerza.	Corrientes.
Julio 2..	21° 30′	86° 26′	S. E. ¼ S.	Fresco...	Sin corriente.
,, 3..	20° 14′	87° 59′	S. E.	Galeno...	Sin corriente.
,, 4..	20° 04′	89° 13′	E.	Bonanc..	Del E., 0.20 de milla por hora
,, 5..	20° 03′	89° 38′	Variable.	....	Sin corriente.
,, 6..	19° 28′	89° 42′	,,	....	Sin corriente.
,, 7..	19° 12′	90° 02′	S. E.	Calmoso.	Sin corriente.

Después de todas las observaciones expuestas, parece inútil acumular más para discutir el valor de la opinión que combato. Pero como cada nuevo hecho aducido constituye un dato importante para el estudio del Puerto, á que está consagrada esta Memoria, voy á examinar el asunto con relación á las temperaturas de la mar.

Conocida por los trabajos de Maury la temperatura de las aguas que constituyen el Gulf Stream, en diversos lugares próximos al Seno Mexicano, y por varias observaciones la que tiene la mar en el puerto de Veracruz, principalmente cuando reinan las corrientes locales del S. E., es posible por comparación deducir si éstas son derivaciones de la gran corriente del Golfo, ó simplemente accidentes determinados por los vientos locales, pues como acertadamente dice Mr. Dortet de Fessan: "la "gran capacidad del agua para el calor y su débil conductibi- "lidad, hacen que tomada en grandes masas, no pueda variar "sino muy lentamente de temperatura y que transporte así á "lo lejos con ella un indicio cierto de su origen."

Según Maury,[1] la temperatura más alta del Gulf Stream es de 32.°2 á la altura de Belize; de 28.°3 en el mar de las Antillas, y de 26.°67, en el Invierno, á la altura del Cabo Hatteras. Como la temperatura de estas aguas no cambia de un modo

1 Géographie Physique. Págs. 41, 48, 44 y 37.

apreciable en las diversas estaciones del año, resulta, que en el Golfo debe subir aproximadamente á 28°, por lo menos, y conservarse en cualquiera época sin alteración sensible.

Durante los meses de Marzo y Septiembre, es cuando las temperaturas del Océano alcanzan la mínima y máxima del año,[1] y por tal motivo, he escogido entre mis observaciones termométricas de las aguas de Veracruz, las efectuadas en fechas próximas á aquellos meses, para compararlas con la temperatura constante del Gulf Stream.

1 Géographie Physique. Pág. 418.

OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS

PRACTICADAS EN LAS AGUAS DEL PUERTO DE VERACRUZ.

FECHAS.	Hora de la observación.	Dirección del viento.	Dirección de la corriente.	Profundidad del agua cuya temperatª se observó.	Temperat. del aire.	Temperatura del agua.	
Octubre 14 de 1889........	9ʰ 30ᵐ A. M...	Del N. O....	Del N. O.......	1.ᵐ20	26.°0	27.°0	Observaciones en las mañanas.
„ 22 „	8 0 A. M...	Del N. O....	Del N. O.......	2. 25	28. 5	29. 2	
„ 16 „	9 30 A. M...	Del N. E....	No se observó.	4. 0	25. 5	27. 2	
„ 29 „	8 10 A. M...	Del S. O....	Del S. E........	4. 10	27. 7	27. 0	
„ 16 „	8 20 A. M...	Del N. E....	No se observo.	4. 50	26. 2	27. 2	
„ 14 „	9 15 A. M...	Del N. O....	Del N. O.......	7. 30	26. 0	27. 2	
„ 18 „	9 10 A. M...	Del N. E....	Del N. O.......	7. 30	27. 7	27. 2	
„ 11 „	9 0 A. M...	Calma.......	Sin corriente..	8. 0	30. 0	27. 0	
„ 29 „	8 40 A. M...	Del S. O....	Del S. E........	8. 05	27. 6	27. 2	
„ 28 „	8 30 A. M...	Del S. O....	Del S. E........	8. 90	29. 7	26. 0	
„ 31 „	8 20 A. M...	Del S. O....	Del S. E........	9. 80	27. 5	27. 0	
„ 14 „	9 50 A. M...	Del N. O....	Del N. O.......	10. 0	25. 5	27. 0	
„ 16 „	9 50 A. M...	Del N. E....	No se observó.	10. 15	26. 2	27. 2	
„ 14 „	9 0 A. M...	Del N. O....	Del N. O.......	11. 0	26. 2	27. 2	
„ 16 „	8 50 A. M...	Del N. E....	No se observó.	11. 50	25. 0	27. 2	
„ 18 „	9 35 A. M...	Del N. E....	Del N. O,......	13. 70	27. 7	27. 2	
„ 28 „	9 30 A. M...	Del S. O....	Del S. E........	14. 0	29. 0	26. 0	
„ 21 „	8 30 A. M...	Calma.......	Sin corriente..	14. 30	29. 0	27. 2	

OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS

PRACTICADAS EN LAS AGUAS DEL PUERTO DE VERACRUZ.

FECHAS.	Hora de la observación.	Dirección del viento.	Dirección de la corriente.	Profundidad del agua cuya temperatª se observó.	Temperat. del aire.	Temperatura del agua.	
Octubre 12 de 1889........	5h 45m P. M...	Del N. N. O.	Del N. O.......	0.m20	26.°8	27.°0	Observaciones en las tardes.
„ 17 „	3 40 P. M...	Del S. E.....	Del S. E........	2. 0	26. 7	27. 2	
„ 15 „	3 40 P. M...	Del S. E.....	Del S. E........	2. 50	26. 5	27. 0	
„ 9 „	4 0 P. M...	Del N. N. O.	Del N. O.......	6. 50	27. 2	27. 2	
„ 19 „	4 20 P. M...	Del N. E.....	Del N. O.......	6. 50	27. 0	27. 0	
„ 15 „	4 20 P. M...	Del S. E.....	Del S. E........	7. 20	26. 5	27. 2	
„ 22 „	4 0 P. M...	Del S. E.....	Del S. E........	8. 15	29. 0	27. 0	
„ 17 „	5 0 P. M...	Del S. E.....	Del S. E........	8. 26	26. 7	27. 2	

OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS

PRACTICADAS EN LAS AGUAS DE VERACRUZ.

FECHAS.	Hora de la observación.	Dirección del viento.	Dirección de la corriente.	Profundidad del agua cuya temperat.ª se observó.	Temperatura del aire.	Temperatura del agua.
Febrero 3 de 1890.........	10^h 0^m A. M.	N. O. flojo...	Del N. O.......	1.m50	27.°0	24.°
" 5 "	3 40 P. M.	E.............	Del E. ¼ S. E..	0. 50	27. 5	27.
" 6 "	3 50 P. M.	E. S. E.......	Del E. S. E....	1. 50	29. 0	26.
" 6 "	2 50 P. M.	E. S. E......	Del E. S. E....	2. 0	27. 5	25.
" 4 "	5 30 P. M.	E. N. E......	Del O. N. O.[1]...	4. 0	27. 0	25.
" 6 "	3 30 P. M.	E. S. E......	Del E. ¼ S. E...	4. 0	29. 5	25.
" 4 "	4 37 P. M.	E. N. E......	Del N.-N. O....	6. 0	27. 0	25.
" 4 "	5 15 P. M.	E. N. E......	Del E. S. E.[2]...	6. 0	27. 0	25.
" 6 "	3 05 P. M.	E. S. E......	Del E...........	8. 50	29. 0	25.
" 6 "	4 20 P. M.	E. S. E......	Del E. S. E....	9. 0	28. 5	25.
" 6 "	5 0 P. M.	E. S. E......	Del S. E. ¼ S.[3].	9. 0	28. 5	25.

1 Corriente anormal, tomada entre los bloques de la 1ª sección del Dique, cerca de la Caleta.

2 Corriente anormal, tomada entre los bloques de la 4ª sección del Dique, cerca de la Punta del Soldado.

3 Corriente anormal, tomada entre los bloques de la 4ª sección del Dique.

OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS

PRACTICADAS EN EL PUERTO DE VERACRUZ, AL APROXIMARSE UN VIENTO FUERTE DEL N. N. O.

FECHAS.	Hora de la Obser vacion.	Dirección del viento.	Dirección de la corriente.	Profundidad del agua cuya temperatª se observó.	Temperatura del aire.	Temperatura del agua.
Febrero 7 de 1890......	2h 0m P. M..	S. E..........	Del S. S. E.....	4.m0	27.°0	24.°5
	9 0 P. M..	S. E..........	Del E............	5. 50	28. 0	24. 5
	2 38 P. M..	S. S. E......	Del S. E........	6. 50	29. 5	24. 5
	3 10 P. M..	S. S. E......	Del S. E........	2. 0	31. 0	25. 0
	3 36 P. M..	S. S. E......	Del E. S. E.....	1. 0	30. 0	25. 5
	4 27 P. M..	E. S. E......	Del E. S. E.....	0. 50	29. 5	25. 5
Febrero 8 de 1890.........	4 27 P. M..	N. N. O. muy duro	....	0. 50	18. 0	22. 0
Febrero 10 de 1890....	2 52 P. M..	N. E.........	Del N. O.......	6. 0	28. 5	23. 0
	3 40 P. M..	N. E.........	Del N. O.......	6. 0	26. 0	22. 0

Al referirse Humboldt, en el Ensayo Político, á la cuestión de temperaturas submarinas, dice: "He observado en Veracruz, " que el calor de la mar en Febrero de 1804 no era sino de 20° " á 22°, mientras que en las cercanías de Acapulco, lo encontré " en Marzo de 1803, de 28° á 29.°"[1]

Examinando los datos termométricos recogidos en Octubre de 1889, llaman la atención los hechos siguientes:

1º La temperatura de las aguas poco profundas del puerto, es próximamente igual ó ligeramente mayor que la del aire, tomada en el mismo momento; no parece tener influencia sensible sobre ella la dirección de las corrientes. 2º La temperatura de las aguas profundas á más de ocho metros, es casi constante, no separándose en general de 27.°0 á 27.°2, cualquiera que sea la corriente; en las dos veces del mismo día en que la temperatura submarina descendió á 26°, las corrientes fueron del S. E.

Estos resultados indican que probablemente las corrientes del S. E., no son en Veracruz derivaciones de la corriente caliente del Golfo. Los datos termométricos de Febrero corroboran esta presunción. Se ve por ellos, que en este mes, independientemente de la dirección de las corrientes locales, las aguas del mar tienen menor temperatura que en Octubre, no obstante que la media termométrica del aire es casi igual en los dos meses. El descenso es debido á la poca conductibilidad del agua, que la hace conservar la temperatura producida por los vientos fríos del N. N. O., que soplan con frecuencia en el Invierno.

Me he detenido tanto en examinar la opinión discutida en las páginas anteriores, porque el asunto es de positivo interés para las obras marítimas que se efectúan en Veracruz. Si el hecho rebatido fuera cierto, y el Gulf Stream, pretendido generador de las corrientes del S. E. que se manifiesta en el litoral de Veracruz, contuviera gran cantidad de materias en suspensión, como suponen algunos, no sería racional, á mi juicio,

1 Tomo IV, pág. 173.

el orden adoptado para la construcción de los diques que deben mejorar el puerto.

De buena gana examinaría aquí detenidamente si la gran corriente del Golfo puede considerarse como azolvante de las costas del Seno; pero me lo impiden, el temor de extender demasiado esta Memoria, y sobre todo, la inutitidad de semejante discusión, puesto que no parece probable que las corrientes del S. E. que atraviesan el puerto, sean originadas por aquel inmenso curso de agua caliente. Me conformo con decir que hasta ahora no he encontrado ninguna prueba de que el Gulf Stream tenga aquella perniciosa cualidad, y que más bien creo, como suponen algunos Geógrafos, que puede haber contribuído para excavar la cuenca submarina del Golfo. [1]

Averiguado que las dos corrientes del N. O. y del S. E., que alternadamente atraviesan el puerto de Veracruz, deben su origen solamente á los vientos reinantes, continúo exponiendo sus caracteres distintivos.

En los registros de los datos anemométricos recogidos durante siete años, y cuyo resumen aparece en la página 25 de esta Memoria, se ve que en 7,437 observaciones, se encontraron 1,938 vientos del N. O., N. N. O. y N., y solamente 851 del E., E. S. E., S. E. y S. S. E. Indican estas cifras que en general, las corrientes del N. O. producidas por los primeros, deben ser mucho más frecuentes en el puerto, que las del S. E. originadas por los segundos. Este dato es muy importante para el examen que después haré del proyecto aceptado para abrigar el fondeadero.

Los vientos duros del N. N. O., cuando soplan, levantan en el puerto grandes olas, impiden la comunicación del ancladero con los muelles, y desarrollan corrientes intensas que suelen alcanzar una velocidad de 7 millas por hora. La agitación producida remueve los fondos de arena hasta profundidades considerables. Antes de emprender las obras del puerto, la hondura del canal del N. O. en la línea del dique, no pasaba de 8

1 Géographie Générale, par Louis Grégoire, pág. 27.

metros. Después de la inmersión de algunos centenares de bloques de catorce metros cúbicos, las corrientes del N. O. comenzaron á socavar el fondo en que éstos descansaban, y la profundidad llegó en los mismos lugares, á catorce metros sobre los blocks, prueba clara de que aquellas corrientes pueden, en ciertos casos, atacar fondos profundos. No es, pues, extraño que tan violentas agitaciones socaven los pisos submarinos de las costas situadas al Norte del puerto, hasta una distancia considerable de la playa, y arrastren las materias suspendidas así hacia el fondeadero. Cualquiera que haya observado la mar en el puerto, cuando sopla un fuerte N. N. O., habrá visto las aguas sucias, opacas, enturbiadas por enormes cantidades de sedimentos.

Las corrientes del N. O., son bastante violentas para arrastrar materiales más voluminosos que los granos de arena. Los rios de la Antigua y San Carlos, al Norte de Veracruz, conducen hasta la costa, durante sus crecientes, masas considerables de pequeños guijarros, que por lo pronto caen al fondo luego que las aguas del río esparciéndose en las de la mar, pierden la velocidad adquirida, pero que después son arrastrados por las corrientes del N. O. En todos los Inviernos, se observan en la playa situada entre el Baluarte de Concepción y el Muelle Metálico del Ferrocarril Mexicano, gran número de aquellos cuerpos. Ahora mismo, se encuentran allí pequeños cantos rodados de ladrillo, basalto, cuarzo y asfalto, procedentes, sin duda, de las playas del Norte.

Las corrientes del S. E., tienen en Veracruz otros caracteres muy diversos. La corta velocidad de los vientos generadores, los escollos que impiden la marcha franca de las aguas, haciéndolas contornear en varios sentidos, y por último los choques y remansos consiguientes, son causas todas que contribuyen para amortiguar su intensidad en el puerto. Las aguas en movimiento que componen estas corrientes, son casi siempre limpias, claras, sin grandes cantidades de sedimentos en suspensión. En Verano, estación en que dominan, es frecuente ver á través de espesores considerables de líquido, todos los detalles

del piso submarino, y con igual claridad, desde las ondulaciones características de los fondos de arena, hasta las formas más tenues de las algas y poliperos que pululan en las restingas.

Todos los accidentes del fondo de la rada, revelan claramente la gran diferencia de las dos corrientes, del N. O. y S. E. Examinaré algunos para demostrar que la primera es la que ocasiona mayores atierres.

El dique del N. O., que debe cerrar el fondeadero por ese rumbo, está ya totalmente terminado en la parte que atraviesa el arrecife de la Caleta. (Lámina VIII.) Desde que partió de tierra, avanzando en la mar como un espolón, comenzó á aterrarse por el lado del Norte cerca de la playa, que ha crecido por allí unos cien metros, en tanto que la del Sur se conserva en la misma línea que antes. Dadas las circunstancias locales de los fondos en aquel paraje y de la obra construída, no podría explicarse el hecho expresado, si las corrientes del S. E. fuesen más azolvantes que las del N. O.

Entre el arrecife de la Caleta y la costa, ha existido siempre un canal que, abrigado por el escollo, forma una pequeña cala para las embarcaciones menores. Antes de las obras del dique, que lo han interceptado, la entrada S. E. del canal era más amplia y profunda que la boca del N. O., por la cual no se hubiera atrevido á entrar una lancha mediana. Tampoco tendría explicación esta diferencia si las corrientes del S. E. trajeran al puerto más sedimentos que las del N. O.

El Muelle Metálico del Ferrocarril Mexicano es una construcción cuyo tablero descansa sobre pilotes de hierro, que cerca del extremo de la fábrica están situados á cortas distancias entre sí, para sostener cinco grandes gruas hidráulicas. En todas las series de sondeos practicados al lado de cada una de las estacas, antes y después de las obras, y aun ahora mismo en que existe en el extremo un banco de arena formado durante las dos últimas estaciones de Otoño é Invierno, se nota que las profundidades en cada pilote por el lado del Norte, son menores que las profundidades correspondientes á las estacas del Sur.

Esta diversidad de honduras indica también el rumbo de donde vienen al fondeadero los azolvamientos principales.

En el Muelle Fiscal, que es un espolón sólido, sucede lo contrario. Las profundidades por el lado Norte son en cada punto mayores que las del Sur; pero como allí los fondos son duros y están siempre limpios, á causa del choque constante de las olas del N. O., no pueden dar ninguna indicación útil en el asunto que examino. En cambio, el estudio de los arrecifes corrobora lo expuesto.

Entre las restingas de Veracruz y Antón Lizardo, hay tres en el primer puerto, las de la Gallega, Isla Verde y Sacrificios, y una en el segundo, la de Chopas, que contienen islas cuyos suelos de arena se elevan por encima de las más altas mareas, formando un terreno firme que respetan los más violentos temporales de la costa. Observando atentamente la colocación de estos islotes (Lámina I), con respecto al arrecife que los sostiene, se ve que todos ellos aparecen cerca de los taludes S. ó S. E. de sus restingas. A primera vista parece que esta posición indica que las corrientes del S. E., al chocar contra los arrecifes, son las que han originado las isletas, por el depósito de sedimentos sobre el piso pedregoso de los escollos; pero no es así, porque en tal caso los azolvamientos se hubieran verificado en toda la extensión de los taludes del S. y S. E., haciéndolos más tendidos hacia la mar, cosa que no existe en la realidad. Por el contrario, la hipótesis de que las islas hayan sido originadas por los sedimentos de las corrientes del N. N. O., explica satisfactoriamente todos los accidentes que se observan en las cercanías de aquellas pequeñas porciones de tierra firme, como lo voy á demostrar.

Durante los temporales, las olas del N. N. O., furiosas y cargadas de materias en suspensión, chocan contra los taludes del escollo por el talud del Norte. Una parte del agua se refleja violentamente y ataca el fondo en que descansa la restinga, socavándolo, si es blando. La otra porción continúa su marcha sobre el arrecife, que está en tales momentos completamente cubierto por las aguas, pero perdiendo su velocidad por

el rozamiento que sufre sobre el piso de piedra, deposita allí todos sus sedimentos, que son sucesivamente transportados hacia el Sur del arrecife por las olas posteriores. Como este efecto de la agitación de la mar, se produce también sobre las piedras sueltas arrancadas de los escollos por cualquiera causa, éstas son llevadas hacia los taludes del Sur, en cuyas cercanías y detenidas por algún accidente del suelo, forman un obstáculo que á su vez impide el paso y fija á las arenas que llegan después. Una vez levantado el islote, el viento y los pájaros se encargan de llevarle semillas, que los cubre de vegetación con el transcurso del tiempo.

Un indicio de que la mar procede así, es que la isla de la Blanquilla, actualmente en vía de formación, cambió de lugar la noche del 7 de Septiembre de 1888, durante el ciclón que azotó las costas del Golfo, pasando del sitio que ocupó antes, á otro situado á Sotavento de las marejadas, que en aquella vez fueron de un rumbo excepcional en Veracruz.

Como si todos los hechos citados no fuesen bastantes para demostrar que las corrientes del N. O. son más azolvantes que las del S. E., hay otro que proporciona el Pastelillo, fondeadero de los buques pequeños surtos en la rada, y que está situado al S. E. de San Juan de Ulúa. Examinando las curvas de nivel trazadas en la Lámina V, se ve que la línea á siete metros de profundidad, por ejemplo, después de pasar por el borde mismo del arrecife de la Gallega hácia el S. O. de Ulúa, comienza á separarse del escollo hacia el S., y se aleja notablemente hacia el S. E., para volverse á acercar después de pasado ese rumbo, formando así una punta submarina de arena, que marcan todos los planos, y cuyos fondos avanzan con suave pendiente desde la restinga hacia el fondeadero. Si esta punta se extendiera por todo el talud E. de la Gallega, debería ser atribuída á los atierres de las corrientes del S.E., pero como su posición está limitada al lugar que ocupa el remanso formado inevitablemente por el encuentro de las dos corrientes del N.O., que pasan por los bordes S. y E. del arrecife, se deduce que á estas corrientes, y no á las opuestas del S.E., debe su formación.

Hemos visto antes que si las corrientes del N. N. O son generalmente azolvantes, también en ciertos casos son socavantes, cuando encuentran un obstáculo insuperable asentado en un fondo blando. Se asemejan por esto á las corrientes de un río durante una creciente, que producen ya atierres, ya socavaciones, según las circunstancias del obstáculo que se les opone en su marcha, y de la dureza de los fondos que atraviesan. Como las aguas del río, las corrientes del N. O. son azolvantes, porque están cargadas de sedimentos arrancados por ellas mismas de otros lugares, donde para lograrlo han tenido que producir socavaciones. Este doble carácter complica mucho el estudio del efecto que producen tales corrientes en el puerto.

Si las corrientes del N. O. se asemejan á las de un río en los momentos de una avenida, las del S. E. pueden ser asimiladas en general, con igual exactitud, á las corrientes del mismo río en el estiaje. Son de corta velocidad, no ocasionan atierres sensibles y apenas si causan por su acción prolongada, ligeras modificaciones en las playas que lamen.

He examinado hasta ahora las dos corrientes reinantes en Veracruz, y hecho resaltar su diferencia respecto de los atierres que causan los sedimentos arrancados por ellas mismas de los fondos submarinos. Voy ahora á considerar cuáles son sus efectos en condiciones anormales, por decirlo así, cuando las materias que arrastran les han sido llevadas de la tierra por las avenidas de los ríos que desembocan cerca delpuerto, tanto á Sotavento como á Barlovento.

En la costa del Norte de Veracruz desaguan los ríos de la Antigua y de Actópam, cuyas crecientes suelen ser considerables. Si durante una de éstas las corrientes en el litoral son del N O., por corta que sea su velocidad conducen hacia el fondeadero, sin que ningún obstáculo las desvíe en su camino, grandes cantidades de árboles y sedimentos de todas clases. En los años de 1888 y 1889 las avenidas de la Antigua coincidieron con aquella clase de corrientes, y el puerto se vió lleno de ramajes que aterraron en las playas y arrecifes. Sobre el de la Caleta hubo hasta matas de maíz cubiertas de elotes.

Hacia el Sur de Veracruz, á diez kilómetros, desemboca el río de Jamapa, que tiene también crecientes importantes. Cuando la llena del río coincide con una corriente submarina del S. E., los árboles y materiales acarreados son dirigidos hacia el puerto. Al llegar las aguas á la Punta de Mocambo, chocan contra la extensa restinga de aquel lugar. Una gran parte es reflejada hácia el N. E. y desviada por consiguiente para afuera de los arrecifes de Sacrificios y Pájaros; otra parte continúa, con velocidad ya amortiguada, en su primitiva dirección y sufre un segundo choque contra el arrecife de Hornos, que la desvía de nuevo, dando por resultado que al puerto sólo llega una fracción mínima de los materiales acarreados por la corriente. La disposición de la costa (Lámina I), y sobre todo, una observación importante que puede repetirse todos los años, indica que los sedimentos del Jamapa arrastrados por las corrientes del S. E., siguen realmente la marcha descrita. Después de una creciente de este río, cuando las corrientes han sido del S. E., toda la playa comprendida entre Mocambo y Boca del río se encuentra materialmente tapizada de ramas y troncos de árboles, tan abundantes, que hacen imposible el paso de los carruajes, mientras que en la playa, desde Mocambo hasta Veracruz, apenas si existe uno que otro tronco. Se ve, pues, que aun en la época de avenidas, son más peligrosas para el puerto, las corrientes del N. O. que las del S. E.

El fondeadero de Antón Lizardo está en peores condiciones, en lo que se refiere á los materiales llevados por los ríos cercanos. No estando protegido por ningún arrecife cercano á la playa, las corrientes de un rumbo le llevan los materiales acarreados por el Jamapa, y las del otro, los sedimentos del río de Alvarado. Esto explica en mi sentir uno de los inconvenientes más graves que tiene aquel surgidero para puerto de tráfico. La costa submarina cerca de la playa es tan tendida allí, que para llegar á la profundidad de 3m.66 (2 brazas), es preciso alejarse de 550 á 850 metros de la orilla del mar, en tanto que en Veracruz se encuentra la misma hondura, cuando más lejos, de 250 á 325 metros de la playa. La suave pendiente de

los fondos en la primera rada, indica la existencia de alguna causa azolvante normal que se manifiesta más sensiblemente que en Veracruz.

Para concluir el exámen de las corrientes submarinas producidas en el litoral por los vientos, mencionaré rápidamente las producidas por las turbonadas de Verano. Éstas vienen, por regla general, del E., aunque algunas veces aparecen por el N. Los vientos que las acompañan, siempre de corta duración, suelen soplar con tanta violencia, como los N. N. O.; naturalmente desarrollan corrientes paralelas á su rumbo, que por ser pasajeras no tienen gran influencia en el puerto de Veracruz.

Corrientes de marea.—Las corrientes de marea son muy poco sensibles en la rada. Así debe ser, puesto que el desnivel máximo de la altura de las aguas no pasa de diez centímetros por hora, y el fondeadero tiene para comunicarse con la mar libre, tres canales anchos y profundos. Si alguna vez se cierra artificialmente el puerto dejándole una sola entrada, las corrientes de marea se harán más perceptibles.

Resumiendo lo dicho en las páginas anteriores, puedo considerar demostradas las siguientes proposiciones:

1º En Veracruz sólo existen dos corrientes submarinas, una del N. O y otra del S. E. Ambas son originadas por los vientos reinantes.

2º Las corrientes del N. O. se manifiestan con mayor frecuencia y velocidad que las otras; sus aguas, generalmente enturbiadas por los sedimentos que arrastran, son azolvantes.

3º Cuando las corrientes del N. O. son violentas y encuentran en su marcha un obstáculo asentado sobre fondos blandos, producen también socavaciones.

4º Las corrientes del S. E.. tienen en general sus aguas claras y no producen atierres considerables, como las del N. O. Durante las turbonadas del E. pueden acarrear sedimentos, pero son de muy corta duración, y por consiguiente casi no tienen influencia.

5º Las corrientes del S. E., si coinciden con una creciente

del río Jamapa, pueden conducir sedimentos hasta el puerto, en cantidades menores que acarrean las corrientes del N. O. cuando coinciden con una avenida de los ríos de este rumbo.

6º Las corrientes del N. O., si coinciden con una avenida de los ríos de la Antigua ó de Actópam, arrastran hasta el puerto masas considerables de sedimentos.

7º Las corrientes de marea son poco perceptibles en Veracruz.

VII.—Movimientos anuales de los fondos de la rada.—Efectos que en ellos producen las corrientes.

¿Qué efectos producen en el puerto las corrientes reinantes en las diversas estaciones del año, y qué cambios originan en las profundidades de la rada? Asunto es éste que ha originado largas discusiones, en las cuales se han vertido por personas competentes las más contradictorias opiniones. En la imposibilidad de considerar todas, me ocuparé para combatirlas, de las que me parecen más generalmente aceptadas en la localidad, y que han sido publicadas, sin fijarme en otras, idénticas en el fondo, que sólo se han expresado privadamente.

En un artículo ya citado en la página 311 é impreso en *El Progreso* de Veracruz, periódico oficial del Gobierno del Estado, decía su autor, refiriéndose al puerto, lo siguiente:[1]

"La bahía tiene además un bajo en el centro (N. O. á S. E.), " cuyo banco de arena se forma ó resuelve según la estación. " Por regla general en nuestras costas, las corrientes siguen la " dirección del viento reinante. Mientras sopla el Norte, las

1 *El Progreso*, de 12 de Febrero de 1868.

" corrientes van al Sur. y lavan el banco. dejando un fondo de
" tres á cuatro brazas. y aun cuando varíe el viento se mantie-
" ne en la misma sonda. poco más ó menos: pero al cambiar
" la estación. con los vientos del E. N. E. al S., las corrientes
" vienen de ese lado. arrastrando arenas. que van depositando
" á su paso: y como la corriente es menos fuerte y el viento no
" agita la mar. hay más lugar para que se vaya posando la are-
" na. sobre todo. encontrando un remanso. como se forma al-
" abrigo del Castillo y la Punta del Soldado. que hace desviar
" la corriente y cría un rebalso hacia el centro de la bahía. El
" bajo sube tanto. que se ha visto buque de doce piés de cala-
" do. en la borneada. quedar barado de la popa durante la ba-
" ja mar......"

He dicho anteriormente que en el plano hidrográfico de 1881, no aparece ese banco. Debo agregar ahora que aun cuando existiera, no debería su formación á la causa que le asigna el articulista. Si las corrientes del S. E. trajeran la gran cantidad de arena que pretende. no la depositarían por cierto en el centro de la rada, donde no existe ningún obstáculo que aminore su velocidad. una vez que el alineamiento que constituye el fondeadero está justamente dirigido en el sentido de la corriente. Que las corrientes del S. E. tengan menos fuerza que las del N. O., y que el viento no agite la mar cuando dominan. no son tampoco motivos para el atierre. que sólo se produciría si la velocidad de la corriente disminuyera hasta menos de 0m.30 por segundo, después de su entrada en el puerto.

El autor del artículo atribuye á las corrientes del fondeadero. caracteres exclusivos. Según él. las del S. E. son puramente azolvantes, y las del N. O. socavantes: pero con sus efectos tan bien equilibrados en el transcurso del año, que las segundas limpian en Invierno exactamente los volúmenes que las primeras depositaron en Verano. ¡Extrañas corrientes, que siendo una puramente socavante y más poderosa y frecuente que la otra azolvante, apenas es capaz de extraer el material que ésta acumuló en un canal dirigido precisamente según el mismo
de ambas!

En otro artículo impreso en el *Monitor Republicano* de 9 de Diciembre de 1880, el mismo autor modifica ya sus opiniones respecto del equilibrio entre los efectos de ambas corrientes, pues dice:[1]

"Hace tiempo también que los antiguos brisotes del E. ya " no vientan con tanta violencia, y que la corriente que ocasio- " naban ya no es tan fuerte; en su lugar, los vientos del N. E. " son más frescos, y los del N. y N. O. más frecuentes y dura- " bles todo el año, pues rara es la semana en que no vientan " por dos ó tres días de ella, ya como brisas, ó como venda- " vales. A esto llaman los marineros del puerto, "vientos á la " cabeza." Esos vientos han traído también á la ciudad la tem- " peratura templada de que disfrutamos.

"Hace algunos años que se viene notando que los vientos " del N. O. ya no soplan con la fuerza y violencia que otras " veces que no pasaba año dejasen de ventar dos ó tres ahu- " racanados, haciendo faltar las amarras á los buques que ha- " bía en el fondeadero, arrojándolos á la playa, donde se per- " dían infaliblemente, y muchas ocasiones con pérdida de vidas. " A esos siniestros debe el puerto de Veracruz su funesta ce- " lebridad.

"Desde tiempo inmemorial está marcado en el centro de la " bahía un banco de arena, que la divide en dos: su dirección " es N. O. á S. E.

"Ese banco era y es variable de fondo, según las estaciones. " Los vientos fuertes y grandes corrientes del N. O. removían " y arrastraban las arenas, y cuando aquellos eran frecuentes y " las olas reventadas, había sobre el banco veinte ó más pies " de agua; pero luego con los vientos y corrientes del E., con- " duciendo arenas, hacían hajar ese fondo á diez y seis pies, y " algunas veces hasta á doce.

"Faltando esas grandes corrientes del N. O. el banco no ha " podido ser desbaratado, y al mismo tiempo que ha perdido " de fondo, ha ganado en extensión al N. E., hacia el Bajo de " Ulúa. (Arrecife del Pastelillo.)"

1 *Monitor Republicano* de 9 de Diciembre de 1880.

Por estos párrafos se ve que á pesar de haber disminuído, según el articulista, la violencia de los vientos del E. y de la corriente producida del S. E., y de haber aumentado en cambio la frecuencia de los del N. y N. O. suaves que originan la corriente de ese rumbo, el pretendido banco del centro de la rada había ganado en extensión y perdido en profundidad, hecho que explica el autor por la falta de vientos fuertes del N. O. Todo el que haya vivido en Veracruz, durante los últimos años, sabe que ahora, como antes, todos los Inviernos, y aun varias veces en Verano, soplan vientos duros de aquel rumbo, de manera que el aumento del banco señalado, á ser un hecho real, no podría atribuirse á aquella falta.

Tales inexactitudes, indican simplemente que las corrientes del puerto no tienen los caracteres que les supone el artículo á que me refiero. Creo que las páginas anteriores de esta Memoria lo demuestran con claridad.

Más acertadas, aunque tampoco enteramente correctas, son las opiniones del Sr. General Mora y Villamil, contenidas en un estudio presentado en 1862 á la Sociedad de Geografía y Estadística, y en el que, al examinar diversos proyectos para la mejora del fondeadero de Veracruz, dice así:[1]

"*Veracruz y Antón Lizardo.*—De Veracruz, cuyo fondeadero " se sabe generalmente que es muy inseguro cuando soplan " impetuosamente los vientos del N. O., me parece que podría " formarse un puerto cómodo levantando dos *Tajamares;* uno " en el arrecife de la Caleta, y otro en el bajo de la Gallega, " aprovechando el arrecife ó bajo fondo de la Punta del Sol- " dado; estas obras habían de ser cuantiosísimas en el gasto, " ofrecerían en su ejecución las mayores dificultades, pero no " las considero insuperables: valiéndose de los *Tajamares* han " conseguido en otras partes formar puertos cómodos, espacio- " sos y seguros. En Veracruz se lograría, si se construyesen los " que menciono, que el de la Caleta atenuase la marejada hoy " irresistible del N. O, cuando este viento, que es el más peli-

1 *Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística.*—Tomo IX, pág. 322.

"groso en Veracruz, reinase con violencia; desde entonces los "barcos no serían arrancados del fondeadero é impelidos sin "recurso ni auxilio alguno, que no se les puede prestar, contra "el bajo de la Lavandera. (Así sucedió en 1856, perdiéndose "un buque y 150 hombres que estaban á bordo.) El malecón "de la Punta del Soldado haría el fondeadero más espacioso y "seguro contra la mar que levantan los vientos del primer cua- "drante, porque como es sabido, lo que se llama bahía consis- "te en el refugio que contra los vientos y la mar proporciona "el bajo de la Gallega y las murallas del castillo. Estas cons- "trucciones no pasarán quizá por ser un pensamiento irreali- "zable por los obstáculos que á esta clase de fábricas se ofre- "cen en los lugares en que los propongo; siendo de advertirse "que los *Tajamares* han de combinarse de manera que no de- "tengan el curso de las arenas que acarrean las corrientes, las "que en tiempo de Nortes son llevadas hacia el Sur, y vice- "versa en las brisas. Así se nota que en el primer caso se acu- "mulan en cantidad tan considerable, que casi llenan la muy "abierta ensenada entre el muelle y Concepción, alzándose la "costa ó ganando el mar quince ó más metros que se forman "de playa, toda ella desaparece cuando soplan las brisas; las "arenas en esta estación son arrastradas del otro lado de la "Caleta, y mucha parte se junta al Sur del muelle hasta la Pun- "ta de Hornos, de suerte que se forma en este espacio una "extensa playa, al paso que desaparece la que se hizo al opues- "to lado durante la acción de las corrientes, que causaba el "viento del Norte.

"En el año de 1808, ó en el anterior, el comandante del "apostadero de Veracruz, D. Ciriaco Ceballos, propuso, ó cuan- "do menos indicó, la idea de formar un puerto cerrado, uniendo "la Punta del Soldado con la Caleta, cortando de ese modo el "canal del Norte; con cuáles arbitrios creyese conseguirlo, lo "ignoro, y á pesar del respeto que merece la opinión de este "hábil marino, yo me atrevo á calificarlo de fantasía. Supongo "accesible la unión de los dos arrecifes, y que se hubiese con- "seguido formar un puerto cerrado de una manera perfecta-

"mente sólida, quedando sólo las entradas del Este y del Sur: "mas examinando los efectos de los vientos y las corrientes, "indefectiblemente, á mi modo de ver, conoceríase que en "tiempo de Nortes, es decir, desde 1º de Septiembre á media- "dos de Abril, las arenas se amontonarían por el lado del Nor- "te afuera del malecón que cerrase el puerto; puede ser levan- "tando médanos como se advierten formados en esos meses "contra las murallas, por el lado del baluarte de San Juan y "la batería baja de Concepción: hasta hoy las corrientes y el "flujo de las arenas favorecían la idea. ¿Mas qué había de su- "ceder desde mediados de Abril á Septiembre? Las corrientes "contrarias del Sur al Norte, las llevarían dentro del puerto. "y llevándolas, en pocos años desaparecería, en disposición, "de que la costa del continente ó playa se uniría con la isla "de la Gallega, en donde se encuentra edificado el castillo de "Ulúa."

Prueban estos párrafos que el Sr. Mora observó bien el carácter azolvante que tienen en general dentro del puerto las corrientes del Norte, aunque no explique satisfactoriamente por qué cuando reinan en Invierno crece la playa entre Concepción y el muelle, y disminuye la del Sur, mientras que al contrario, en Verano, cuando reinan las del S. E., se rebaja la primera playa y aumenta la segunda. Es natural que el Sr. Mora no haya expuesto la causa de estos hechos, porque suponiendo, como él, que durante la segunda estación las arenas lleguen al fondeadero, exclusivamente con las corrientes del S. E., es difícil explicar cómo estas corrientes azolvan una playa y rebajan otra que está tan cercana.

El Sr. Mora no tuvo en cuenta que en Verano se manifiestan también con frecuencia corrientes del N. O., que llevan al puerto sedimentos, en cortas cantidades unas veces y en enormes volúmenes otras, cuando coinciden con alguna avenida de los ríos de la Antigua y de Actópam. Olvidó igualmente que en la época de lluvias el arroyo de Tenoya y las zanjas y caños de desagüe de la ciudad, contribuyen con sus lodos y arenas para el atierre de las playas, como lo demuestra con evi-

dencia (Lámina V) el contorneamiento de las curvas de nivel submarinas en las cercanías del Tenoya.

El crecimiento y rebajo alternativo de las playas, según las estaciones, es un hecho comprobado, si bien no alcanza ahora, en la parte N. del muelle fiscal, la extensión que señala el Sr. Mora. Siendo así, parece á primera vista natural que en los fondos más profundos del puerto se produzcan también movimientos sensibles; pero no sucede esto, porque el canal hondo que constituye el ancladero, ha sido abierto precisamente por ambas corrientes opuestas, que hoy siguen su dirección, sin encontrar obstáculos que moderen su velocidad.

Es un hecho que los fondos profundos del puerto se conservan como eran en 1794, data de la Carta hidrográfica levantada por D. Bernardo de Orta, que por ser la más antigua que conozco, reproduzco en la lámina III, copiada fielmente del Atlas de la Nueva España, publicado por Humboldt. Tomando en el plano la línea entre la puerta del muelle fiscal y el faro de Ulúa y corrigiendo un error que existe en la distancia entre estos dos puntos, á la cual asigna la Carta 854 metros en vez de 988.75 metros que tiene en realidad, se encuentra que la curva de nivel á $3\frac{1}{2}$ brazas ($5^{m.}88$) de profundidad está á 668 metros del primer punto, situación enteramente igual á la que tenía la curva en 1881 (Lámina V), y que se conserva hasta hoy.

Los únicos cambios importantes que en los fondos del puerto producen las corrientes, están limitados á las playas. El crecimiento y diminución de éstas, según las estaciones, puede explicarse fácilmente teniendo en cuenta los accidentes de la costa y los caracteres de ambas corrientes opuestas, definidos en las páginas anteriores. Aunque tal vez sea una redundancia, emprendo la explicación, porque el hacerla equivale á resumir hechos importantes para el objeto de esta Memoria.

Estación de Invierno.—En esta época del año se presentan á menudo corrientes violentas del N. O. que acompañan á los vientos fuertes del N. N. O.; más frecuentemente, corrientes del N. O. de menor intensidad que las primeras y que se ma-

nifiestan cuando pasa la acción principal de aquellos vientos, ó cuando soplan con suavidad los del N. y N. O.; y por último, corrientes del S. E., poco intensas, que son las más raras en la Estación.

Cuando soplan los N. N. O. fuertes, olas considerables invaden el fondeadero, se estrellan furiosas en la playa y sobre el muelle fiscal que cruzan de un lado á otro; chocan contra los taludes exteriores de los arrecifes y las aguas cubiertas de espuma pasan después por encima de los escollos, con su velocidad amortiguada por el golpe. La comunicación entre los buques y los muelles, y por consecuencia los trabajos de alijo, quedan interrumpidos en absoluto, y las embarcaciones en el fondeadero, apenas protegidas por la restinga de la Gallega, luchan con poderosas corrientes que suelen arrancarlas de sus anclas para conducirlas á un naufragio inevitable en las playas y bajos del S. E.

En tales momentos, las aguas agitadas arrancan de los parajes poco profundos de la costa grandes cantidades de arena que las enturbian y así entran á la Rada por el N. O. Los hilos principales de la corriente siguen el canal profundo al S. O. de la Gallega, donde no ocasionan ningún depósito de material, porque no encuentran en su camino obstáculos que amortigüen su velocidad, ni escavan el fondo que es bastante profundo y hasta donde no llega la agitación superficial. Otros hilos de la corriente pasan afuera del bajo de la Caleta, por lugares de menor hondura, cuyos fondos de piedra no pueden excavar; una parte de esas aguas atraviesa el arrecife después de chocar contra él, y perdiendo la velocidad adquirida va á depositar sus sedimentos en las cercanías de la playa; otra parte continúa por fuera y choca á sotavento de la restinga contra la corriente que pasa entre el bajo y tierra, produciendo así un remanso donde se depositan las arenas, que acarreadas después poco á poco por las olas, hacen crecer la playa que existe entre Concepción y el muelle. Por último, las aguas que han pasado por fuera de la Caleta continúan su camino hasta la playa al Sur del muelle, donde los pisos son de arena;

las olas llegan con velocidad á la orilla, la excavan y sacan á tierra, tanto los sedimentos extraídos allí como los que trajeron de otros lugares. El resultado es que la extensión de la playa disminuye al mismo tiempo que crece su altura.

El aumento de altura no se conserva por causa de la misma violencia de los N. N. O. Cuando baja la marea el sol seca la playa y los vientos levantan la arena y la transportan hacia el Sur. A este acarreo, que es general en toda la costa, se debe la formación de los médanos del litoral.

Al concluir el viento fuerte del N. N. O., las corrientes del N. O. continúan durante varias horas ó días, pero con menor intensidad. La mar agitada por el temporal se encuentra cargada de sedimentos, tanto dentro como fuera de la rada. Las aguas que entran al puerto con la corriente traen arenas, y en cambio las que salen se llevan los materiales que están en suspensión dentro de él. El efecto que resulta es ligeramente azolvante, pero se hace poco sensible en las playas.

Después del viento fuerte, comienzan á soplar las brisas y al poco tiempo se manifiesta ya la corriente opuesta del S. E. La velocidad de ésta es siempre corta y las aguas que la forman, claras si se sostienen los vientos del segundo cuadrante, no contienen grandes cantidades de sedimentos. Su acción sobre las playas es igual á la que producen las análogas del Verano.

Estación de Verano.—Durante el Verano, soplan en algunos días vientos fuertes de N. N. O. que determinan, como los del Invierno, al principio corrientes violentas, y después otras más suaves. Tanto las primeras, que son raras en la Estación, como las segundas que son más frecuentes, producen efectos semejantes á los descritos. Si una corriente suave del N. O. coincide con alguna avenida de los ríos del Norte, su efecto sobre las playas es decididamente azolvante.

Las corrientes del S. E., que reinan en Verano, varían en sus efectos según el nivel de los ríos de la parte Sur del litoral. Si éstos se conservan en su estiaje, las corrientes traen en general al puerto, aguas limpias, transparentes, que no cau-

san azolves y que más bien rebajan ligeramente las playas que lamen. Por el contrario, durante las avenidas del río, las aguas, aunque desviadas sucesivamente por la punta de Mocambo y el arrecife de Hornos, llegan á la rada enturbiadas con sedimentos que por su depósito hacen crecer las mismas playas. Estos azolves no son tan considerables como los que originan las corrientes del N. O. cuando coinciden con las crecientes de los ríos del Norte.

En la estación de lluvias, el arroyo Tenoya, la zanja Bureau y los demás caños de desagüe de la ciudad, llevan á las orillas del mar enormes cantidades de arena y lodo, que son la causa principal del aumento de la playa al Sur del muelle.

Se entiende que al hablar de los efectos de las corrientes en el fondo de la rada, lo hago en términos generales, y que es natural que en muchos casos se modifiquen por la intervención de numerosos factores secundarios. Debo advertir también, que en las líneas anteriores he considerado las cosas como estaban antes de que la parte construída del dique del N. O. cruzase el arrecife de la Caleta, interceptando el canal comprendido entre la restinga y la playa.

PARTE SEGUNDA.

OBRAS DEL PUERTO.

I.—Necesidad de cerrar completamente el canal del N. O.

Dados todos los elementos de vientos, mareas y corrientes, cuyas acciones combinadas constituyen el régimen del puerto; sabiendo además que el litoral es de formación reciente y que las arenas se mueven en él en uno ú otro sentido, como queda explicado ya; dada por último la necesidad de crear en Veracruz un puerto artificial que garantice la seguridad de las embarcaciones, cuál es la disposición más racional que debe adoptarse para el trazado de los diques que abriguen la rada?

Por regla general, en una costa de formación reciente como ésta, si se quiere evitar los atierres, no debe oponerse á la mar ningún obstáculo cuya dirección difiera mucho de la de la marcha de las corrientes litorales; pero en Veracruz es necesario separarse de esta regla, puesto que por las condiciones de la localidad, el eje de las corrientes es paralelo á la dirección de los recios temporales de Invierno. Así, la única manera de abrigar el puerto es cerrándolo por el N. O., con un dique perpendicular á la línea que siguen aquellas.

La construcción de un rompe-olas por el lado del N. O. se impone desde luego; pero conviene clausurar totalmente el canal de ese rumbo, como lo propusieron D. Ciriaco Ceballos en 1808, D. Francisco de P. Arrangoiz siendo Ministro de Ha-

cienda, el capitán Eads en 1881 (Lámina VI), y el ingeniero Thiers en 1883 (Lámina VII), ó es mejor dejar por aquel lado una abertura amplia, dispuesta entre dos diques que sean próximamente paralelos y cuyos extremos avancen bastante en sentidos contrarios para preservar al puerto de toda agitación, como lo han proyectado el general Mora y Villamil y algunos otros ingenieros y marinos?

Esta cuestión ha sido debatida largamente; pero en la discusión se han vertido las más contradictorias ideas, sin citar observaciones practicadas en el terreno, hechos recogidos en la localidad, que den crédito á las opiniones expresadas. A mi vez, y á riesgo de pecar por la misma falta, voy á ocuparme del asunto, no sin citar antes las notables palabras de Bouniceau,[1] que dice al ocuparse de la disposición más conveniente para las radas y las entradas de los ante–puertos: "La variedad y multiplicidad de los fenómenos conocidos "con el nombre de mareas, ondas, corrientes, rompientes, "resacas, vientos reinantes, son tales, que este problema del "arte escapa á toda doctrina y exige en el ingeniero, además "de un espíritu observador, una sincera modestia. Solamen- "te puede instruirse á fuerza de informes, y los habitantes "de las costas saben muchas veces más sobre el asunto, que "el poseedor del mejor diploma. No debe temerse el recurrir "á ellos. Solamente con el conjunto de sus datos y de estu- "dios personales, puede adquirirse la presunción de lo que es "más conveniente, pero nada más que la presunción, pues los "resultados hacen fracasar á veces las especulaciones mejor "estudiadas."

La abertura en los rompe–olas del N. O. tendría, según sus partidarios, dos ventajas importantes: La primera, que no obstruyendo el paso á las corrientes del S. E., éstas no causarían en el puerto ningún atierre considerable. La segunda, que los buques tendrían por el N. O. una boca expedita, con la cual se evitarían la pesada maniobra de virar para salir por el ca-

1 Etudes et Notions sur les constructions á la mer, par M. Bouniceau. (Página 4).

nal del E., y el grave inconveniente para los de vela, de retardar sus entradas y salidas cuando el viento no fuera favorable para tomar el mismo canal, única salida que quedaría á las embarcaciones después de la clausura completa del canal del N. O.

Aunque á primera vista parecen concluyentes estos razonamientos, no es lo mismo cuando se examinan con detención. Ya se ha visto que en general las corrientes del S. E. no son azolvantes y que sólo llegan á la rada cargadas de sedimentos cuando coinciden con las avenidas de los ríos de aquel rumbo; pero aun cuando lo fuesen siempre, la abertura del dique del N. O. á pesar de permitirles el paso, no evitaría el depósito de arenas en el puerto. Las corrientes chocarían en una gran extensión *perpendicularmente á los diques* y obligadas á cambiar su dirección después del choque para buscar la boca del N. O., perderían parte de su velocidad y originarían atierres. Es verdad que con la abertura, las corrientes del S. E. subsistirían en la rada; pero si antes de las obras del puerto, según los deensores de la repetida abertura, las corrientes del S. E. eran las que azolvaban los fondos, no obstante que tenían una salida de un kilómetro de anchura entre los arrecifes de la Caleta y la Gallega, no sería peor si se estrechara esta salida hasta 100 ó 150 metros?

Además, qué sucedería en el puerto cuando soplase un fuerte viento del N. N. O., ó cuando una corriente de este rumbo trajese los sedimentos acarreados por una avenida de los ríos del Norte? La abertura del N. O. debería estar dispuesta de modo que abrigase el ancladero, pues de otra suerte los rompe-olas resultarían inútiles. En tal caso, las corrientes rápidas del rumbo aumentarían su velocidad al pasar estrechadas por la abertura, cuyo fondo se ahondaría probablemente, mas una vez salvada la entrada, se esparcirían en un espacio amplio y completamente tranquilo, donde depositarían todos los sedimentos acarreados.

Por otra parte, si las olas del N. O. actualmente rebajan ciertas playas y, según algunas personas, socavan también otros

fondos disminuidos durante el Verano por pretendidos azolves, esa acción benéfica á que han tenido que recurrir las mismas personas para explicar la permanencia de las profundidades en el puerto, no continuaría después de abrigado el fondeadero con los dos rompe-olas del Noroeste. Los fondos azolvados se quedarían así y sólo una draga sería capaz de volverlos á su profundidad primitiva.

La obra construída de este modo abrigaría el puerto, pero al romper el equilibrio establecido durante siglos entre las acciones de las dos corrientes opuestas, agravaría los efectos azolvantes de ambas, quitando en cambio á las del N. O. la única ventaja que tienen en la actualidad. Inútil es decir cuál sería el resultado.

El capitán Eads en su proyecto para las Obras del Puerto, dice:[1]

" Es evidente, en vista de los hechos anteriores, que si se " deja paso por entre las obras que es necesario construir á " través del extremo N. O. del puerto, la corriente que pasará " por él durante los Nortes, vendrá muy cargada de arena, y " ésta caerá al fondo al disminuir la corriente, pues que semejante paso sería bastante estrecho para impedir que las olas " entraran al puerto; pero como la velocidad de la corriente " sería la misma, manteniendo en suspenso la arena en el agua " durante su paso por dicha estrecha abertura en las obras, no " podría mantenerse después por el ancho espacio que forma " el puerto, y el depósito de esta arena sería por consiguiente " inevitable. Si se hiciera este paso torciendo entre un malecón construído desde el arrecife de la Gallega y otro paralelo " desde el arrecife de la Caleta, bastante prolongados para que " se cruzasen en la misma línea paralela, no se remediaría el " mal. La entrada de las olas podría impedirse por este medio, " pero las corrientes por el dicho paso siempre traerían la arena, y como su dirección sería oblicua á tal grado que haría " imposible que fuesen barridas dichas arenas en la bahía, los

1 Folleto titulado "Documentos relativos á las Obras del Puerto de Veracruz," 1882. Págs. 5 y 6.

"depósitos serían el resultado. Además, semejantes corrientes "disminuirían la importancia de aquel tramo, porque ocasio- "narían grandes inconvenientes para los buques que fondea- "ran allí."

El Sr. ingeniero Thiers, en la Memoria descriptiva que acompañó á su proyecto para las Obras del Fondeadero, se expresa de la manera siguiente:[1]

"Examinando el proyecto formado por el capitán Eads, y "adoptado para el puerto de Veracruz, lo mismo que la Me- "moria que acompaña este proyecto, se reconocerá que con "mucha razón se ha admitido como indispensable el cerrar "completamente el puerto al N. O., entre la Caleta y la Ga- "llega.

"Por allí es por donde invaden la bahía las grandes olas "de tempestad, levantadas por los violentos vientos del N. O. "y del Norte, que la hacen tan peligrosa, y que arrojan los bu- "ques á los bajos de la Lavandera y de los Hornos.

"Mientras que no se cierre el paso á esta temible agitación "de las aguas, la bahía de Veracruz no merecerá propiamente "el nombre de puerto.

"Todo lo que sea cerrar parcialmente ese lado es inadmisi- "ble. Las enérgicas corrientes que desarrollan los vientos de "entre el N. O. y el N., recorren la costa del Golfo, desde el "Norte hasta el Sur, y arrastran delante de ellas enormes can- "tidades de arena, arrancadas de las playas mexicanas en to- "do este inmenso trayecto.

"Si estas arenas no azolvan completamente la bahía de Ve- "racruz, es porque nada impide á las corrientes atravesarla "libremente, arrastrando todo en su curso hacia el Sur.

"Pero si se obstruyese su entrada en la bahía, por medio "de diques que cerrasen parcialmente la costa N. O., la parte "reducida de las corrientes que penetrase aun por los claros "conservados, vendría á extenderse en el ancho espacio com- "prendido entre la ciudad y San Juan de Ulúa, perdiendo ahí

1. Folleto titulado "Documentos referentes al traspaso de la concesión de las Obras del Puerto de Veracruz," 1883. Pág. 8.

"su velocidad y depositando sus arenas, lo que provocaría el "azolve rápido del puerto, ó forzaría á trabajos ruinosos de "entretenimiento para quitar estos depósitos.

"Es necesario, pues, cerrarles de una manera absoluta, todo "acceso por este lado."

El cerramiento completo del canal del N. O., base fundamental de los proyectos Eads y Thiers, fué aprobado por el Supremo Gobierno al aceptar los planos de los dos distinguidos ingenieros, y está actualmente en construcción el gran dique que debe realizarlo.

Pero no basta esto; es preciso que la obra se lleve á cabo rápidamente para evitar en lo posible los atierres que puede ocasionar. Siendo azolvantes las corrientes del N. O., conforme se vaya cerrando el canal por donde entran, las aguas del puerto irán ganando en quietud, y aquellas corrientes cargadas de arena, al atravesar por encima del enrocamiento del dique, encontrarán un espacio cada día más abrigado y depositarán en él una parte de los sedimentos acarreados desde afuera.

El hundimiento de los bloques componentes del cimiento del dique del N. O. en el fondo de arena donde están asentados, asunto de que tanto se ha ocupado el público de Veracruz, ha producido á ambos lados del rompe-olas pérdidas de fondo, y es muy probable que en la diminución de profundidad por el lado Sur haya intervenido el depósito de sedimentos ocasionado por el abrigo del enrocamiento. La pérdida de hondura en aquellos lugares, que hasta ahora ha sido de importancia relativamente corta, comenzó á manifestarse después de la inmersión de algunos centenares de bloques, y será cada vez mayor hasta que quede enteramente cerrado el puerto por el N. O. Hé aquí lo que dije á la Secretaría de Fomento en mi Informe de 21 de Abril de 1889, refiriéndome al hundimiento:

"Sumergida la primera hilada de bloques y en varios sitios "la segunda y tercera de las que compondrán el cimiento del "dique fuera del arrecife de la Caleta, las corrientes del Norte "han encontrado allí un obstáculo, que sin interceptarlas com-"pletamente, es bastante fuerte para resistir á su empuje. Al

" chocar las corrientes contra un bloque, éste las desvía hacia " abajo y hacia los lados, en cuyo movimiento arrastran la are- " na sobre que está asentada la parte atacada del trazo de pie- " dra, que á poco queda en equilibrio inestable, apoyado sola- " mente por su parte posterior, que es la del lado Sur. Iniciada " la socavación, las corrientes encuentran libre el paso por de- " bajo de la parte Norte del obstáculo, continúan acometien- " do al apoyo que aún queda, hasta que al fin el bloque cae, " y entonces comienzan á repetirse las mismas acciones, hasta " que desaparece hundido en el suelo el cuerpo que las pro- " vocó. Las corrientes nivelan después el fondo por encima del " obstáculo, si éste ha sido único; pero si antes que desaparez- " ca, nuevos bloques han sido sumergidos encima de él, re- " sulta una socavación y á uno y otro lado un depósito de la " arena extraida.

" Claramente se ve en el plano adjunto, el resultado de las " acciones señaladas. La línea ocupada por el dique está ac- " tualmente como en el fondo de una zanja, que tiene una " profundidad mucho mayor que existía antes de comenzar " las obras. Se encuentra, por ejemplo, un punto donde hubo " en 1881 una profundidad de 8$^{m.}$ 76, que ha crecido hasta ser " hoy de 12^{m}-20; y en otro lugar que tenía en aquella época " 7$^{m.}$ 29 de acotación, se ha sondeado el mes pasado 10$^{m.}$ 40 so- " bre un bloque, pudiendo suceder que debajo de éste haya " otros, lo que daría mayor importancia al movimiento efec- " tuado.

" Las arenas extraidas del fondo han sido transportadas á " uno y otro lado de aquella especie de zanja, formando dos " bordes próximamente paralelos, donde las profundidades han " disminuido, aunque en mucha menor proporción que el au- " mento operado sobre la línea del dique. El borde Sur tiene " más extensión y volumen que el del Norte, lo que prueba " que las corrientes de este rumbo han sido principalmente la " causa de la socavación."

De Abril de 1889 á Enero de 1890, los bordes de la zanja en cuyo fondo se encuentran los bloques, han crecido sensible-

mente unos $0^{m.}25$; el aumento continuará en mayores proporciones durante el próximo Invierno.

A efectos semejantes de las arenas arrancadas del lugar del dique y acarreadas hacia el interior del puerto, se debió, en mi concepto, el banco de arena formado durante el último Otoño en la terminación del muelle metálico del Ferrocarril Mexicano; lo demuestran, la época en que se formó el banco, recién pasados los primeros vientos violentos del N. N. O., y el lugar de formación, precisamente á sotavento de la extremidad S. E. del arrecife de la Caleta, donde originan un remanso las dos corrientes del N. O. que pasan por fuera y por dentro de la restinga.

Todo esto manifiesta la necesidad de terminar activamente la clausura del canal, para evitar ciertos atierres que no prueban por cierto la conveniencia de conservar una abertura en el dique, con objeto de impedir los efectos perjudiciales de las corrientes del S. E., como lo han creído algunas personas, sino más bien las ventajas del cerramiento completo del N. O.

El capitán Eads previó estos resultados cuando escribió en su Informe:[1]

"Este malecón ha de construirse con toda la rapidez posi-
"ble, por la razón de que las arenas traídas por los Nortes
"vendrán á despositarse cerca de esta construcción, puesto
"que conforme se vaya cerrando el canal, la corriente va dis-
"minuyendo en proporción á lo construído. Sin embargo, no
"espero que se acumulen considerablemente, si el malecón se
"construye en un tiempo razonable; es decir, dentro de dos ó
"tres años después de concluído el malecón de la Lavandera."

No siendo conveniente por regla general, como he dicho ya, la construcción de rompe-olas perpendiculares á la dirección de las corrientes litorales, la clausura completa del canal del N. O. tiene también defectos, que es prudente corregir, como se verá más adelante, por medio de otros diques.

Cerrado el puerto completamente por el N. O., los buques

1, Folleto titulado "Documentos relativos á las Obras del Puerto de Veracruz;" 1882. Pág. 7.

tendrán necesidad de virar para salir por el canal del E., y las embarcaciones de vela, no pudiendo abandonar el ancladero cuando soplen vientos de aquel rumbo, se verán obligadas á utilizar los servicios de un remolcador; pero la seguridad de hacer todas sus operaciones de puerto, de una manera continua, sin interrumpirlas á causa de Nortes medianos y sobre todo la gran ventaja de atracar á los muelles, compensarán ampliamente aquellos inconvenientes. Las desventajas de la entrada única son comunes á la mayor parte de los puertos de la Tierra, y en tal virtud, creo que no deben tenerse en cuenta cuando se citan como un argumento en contra del trazado escogido para las Obras de Veracruz.

II.—Proyectos Eads y Thiers.—Dique del E.

Como es sabido, el H. Ayuntamiento de Veracruz encargó en 1881 al capitán James B. Eads, la redacción de un proyecto para mejorar el puerto. Aprobado por la Secretaría de Fomento el plan propuesto por el célebre constructor de las Jettées del Mississippi, el Supremo Gobierno celebró en 1882 un contrato con aquella Corporación para llevar á cabo las obras. Poco después de comenzar los trabajos preliminares, la concesión fué traspasada al Sr. ingeniero Eduardo Thiers, apoderado de los Sres. Buette, Caze & Comp. de Paris, quien al hacerse cargo de ella propuso ligeras modificaciones en el trazado de los diques secundarios propuestos por Eads, y un cambio radical tanto en el sistema de construcción como en la colocación de las obras interiores. Las alteraciones del plan primitivo fueron aceptadas, y desde luego se procedió á la fábrica del dique del N. O., comenzando desde la playa y dirigiéndose hacia el arrecife de la Caleta. Invalidada en 1886 la concesión del Sr. Thiers, se suspendieron los trabajos hasta 1887, en que el Gobierno celebró un nuevo contrato con el Sr. D. Agustín Cerdán, para construir exclusivamente el dique del

N. O., aplazando la fábrica de las demás obras interiores y exteriores. Reanudada la construcción el mismo año, se ha continuado hasta hoy en que está ya terminado completamente el dique, con toda su anchura de 30 metros, sobre la restinga de la Caleta, é inmergido un volumen de 75,000 metros cúbicos de enrocamiento, compuesto de bloques de piedra artificial de 14 metros cúbicos y 28 toneladas, para constituir el cimiento submarino del rompe-olas en toda la extensión del canal comprendido entre este arrecife y el de la Gallega.

Tanto el Sr. Eads como el Sr. Thiers (Láminas VI y VII), se decidieron á clausurar totalmente el canal del N. O. por medio de un dique, cuyo trazado fué defectuoso en mi concepto, porque presenta un ángulo saliente hacia la mar que no tuvo otro objeto, según creo, que buscar los fondos menos profundos comprendidos entre la Caleta y la Punta del Soldado. La experiencia ha probado que siendo estos fondos de arena, las olas y corrientes del N. O. los socavan haciendo descender los bloques del cimiento hasta que encuentran un piso sólido donde se asientan, de modo que la economía buscada con el trazo del rompe-olas ha resultado ilusoria, mientras que subsisten los inconvenientes originados por el exceso de longitud del muro y por el ángulo menos agudo que forma una de sus ramas con la dirección de las olas.

Ambos ingenieros se ocuparon de impedir, por medio de otro rompe-olas, el acceso de las olas y arenas que puedan entrar al puerto por el canal del E., cuando soplen los vientos del 2º cuadrante. Véase lo qué dice Eads en la Memoria descriptiva de su proyecto:[1]

" Una de las más grandes necesidades de un puerto es que " la superficie del agua dentro de él, esté tan sosegada, que la " carga y descarga de los buques pueda en todo tiempo practi- " carse con seguridad y conveniencia. La protección del puer- " to de Veracruz contra la violencia de los vientos del N. ase- " gurará la tranquilidad de sus aguas contra el alboroto de las

1. Documentos relativos á las Obras del Puerto de Veracruz. 1882. Páginas 4, 5, 7 y 8.

" olas del Golfo por aquella parte, pero se verán agitadas por " los vientos frescos que soplen del E. y N. E., porque las olas " originadas por tales vientos entrarían por el canal entre los " arrecifes de la Lavandera y la Gallega. Estas olas indudable- " mente traen consigo cantidades considerables de arena que " se depositan en el puerto enfrente de la ciudad, y la destruc- " ción de la bahía por estas arenas sería inevitable si no las ba- " rrieran de cuando en cuando las poderosas corrientes forma- " das por los Nortes. Por esta razón se ha recomendado mucho " por algunos, y con aparente muestra de razón, que se deje " paso por entre las obras que se construyan en el extremo " N.O. del puerto, las cuales son absolutamente indispensa- " bles para protegerlo de los Nortes. Las arenas del fondo del " mar las mueven las corrientes que pasan sobre ellas, y cuan- " do estas corrientes son agitadas por olas violentas, las are- " nas se levantan del fondo y el agua se mezcla con ellas en " proporción á la fuerza de las olas y á la hondura del agua. " Es razonable creer que durante los vientos fuertes, la acción " de las olas en el puerto hacia el N. cause que las aguas de la " bahía estén muy cargadas de arena, y en este estado son im- " pelidas hacia adentro por los Nortes. La razón por qué no se " deposita alguna parte de esta arena en la bahía, como sucede " con las olas del E., es porque mantienen su velocidad mien- " tras pasan enteramente por ella y las arenas son barridas ha- " cia el S.O. por la misma fuerza de la corriente; pero cuando " los vientos vienen del E., las corrientes impulsadas por ellos " se dirigen al puerto y se extienden en los bajos inmediata- " mente al frente de la ciudad, y como la fuerza de la corrien- " te disminuye, las arenas caen en el fondo de la bahía.

" La completa clausura de dicha parte, eficazmente evitará " la entrada de la arena ú otros depósitos de aquella dirección, " y formará un puerto seguro y quieto durante la prevalencia " de los Nortes; sin embargo, si esta parte se cierra sin cerrar " el canal entre los arrecifes de la Lavandera y la Gallega, de- " bemos esperar un rápido depósito de arena, tanto al fren- " te de la Ciudad como al frente del Castillo, cuando los vien-

"tos prevalezcan del E. Por lo tanto, antes de clausurar "la parte N.O. del puerto, será necesario construir un malecón "desde la Gallega á la Lavandera, el cual seguirá en la misma "dirección encima de toda la Lavandera, como se demues- "tra en el plano general (Lámina VI).

"Después de hechas estas dos obras, ninguna arena puede "entrar en el puerto, excepto por el único canal que queda. "Este será el canal de entrada entre la Lavandera y el arreci- "fe de los Hornos. Las únicas corrientes que pueden traer "arena hacia la entrada, cuando esté ya cerrado, han de venir "del N., N.E., E. ó S.E. Las corrientes del N. entónces pueden "venir solamente por el canal entre los arrecifes de la Galle- "guilla y la Blanquilla. Estas corrientes, sin embargo, serán "desviadas por el arrecife de la Lavandera y el malecón, y "arrojadas por el arrecife de Hornos dentro del canal entre "la tierra y Sacrificios, no podrán causar depósitos ni den- "tro ni cerca de la entrada del canal. Los vientos del N.E. "llevarán las corrientes por el canal últimamente nombrado, "y también por el canal entre la Blanquilla y la Anegada de "Adentro. Las corrientes por este último canal serían dañosas "si no fuesen acompañadas por las corrientes que necesaria- "mente han de pasar á la vez por el canal del O. de la Blan- "quilla. Estas desviarán la corriente del N.E. que venga por el "canal de Blanquilla y Anegada hacia el S.O., pasando delante "de la entrada del puerto, pero de tal manera, que impida la "formación de depósito alguno. Los vientos del E. no son su- "ficientes para dirigir sus corrientes hacia la entrada del puer- "to, porque la Isla Verde y la Isla de Pájaros la protegen con- "tra tales corrientes. Por el S.E. ningunas arenas podrán de- "positarse frente á la entrada del puerto, porque las corrien- "tes que vengan por el canal entre tierra y Sacrificios, serán "desviadas hacia el N.E. por el arrecife de los Hornos, antes de "que lleguen á la entrada del puerto."

Al examinar la necesidad del rompeolas del E. como complemento del gran dique del N.O., debo decir desde luego que las olas originadas por los vientos del E. y del N.E., que temía

el Capitán Eads, son relativamente pequeñas y no tienen poder bastante para alterar de un modo serio la calma del puerto. Los más fuertes *brisotes* de esos rumbos casi nunca interrumpen las operaciones de los buques surtos en la rada.

En su proyecto, el Sr. Eads acepta una teoría de las corrientes y movimientos de arenas semejante á la que he analizado extensamente en las páginas anteriores y que es la más generalmente adoptada en Veracruz. Admitiendo como el célebre Ingeniero, que los atierres de los fondos del Puerto se verifican por causa de las corrientes del S. E. y que las del N.O. no depositan sedimentos ningunos en su paso por el Fondeadero, sino más bien arrancan por su velocidad los que originaron las corrientes contrarias, natural es buscar en el dique del E. un obstáculo para la invasión, antes de emprender el rompe-olas del N. O., que debe quitar á las corrientes de este rumbo su carácter socavante. Así, la necesidad de construír un malecón hacia el E., antes de fabricar el dique del N.O., parece demostrada lógicamente por el Sr. Eads. Pero las ideas de este Ingeniero respecto de las corrientes submarinas de Veracruz, no eran correctas, como lo prueba todo lo dicho en los capítulos VI y VII. Justamente las corrientes del N.O., á las cuales concedía gran importancia el Sr. Eads, no son de ningún modo temibles; los vientos de ese rumbo son relativamente raros, y si alguna vez se manifiestan tales corrientes como resultantes de otras originadas en los canales del E. por vientos de rumbo diferente, las aguas que las acompañan son casi siempre limpias y transparentes, lo que indica la corta cantidad de sedimentos contenidos. En cambio, las del E. y S.E., incapaces, según el Sr. Eads, de conducir atierres hasta la entrada de la bahía, que suponía completamente abrigada de ellas por los arrecifes de Isla Verde, Pájaros y Hornos, son precisamente las que pueden originar peores efectos. Su velocidad disminuye ciertamente á causa de los choques y desviaciones que producen las restingas mencionadas, pero éstas no bastan para proteger en absoluto el Puerto, y cierta parte de las corrientes llegaría hasta la Rada dispuesta según el proyecto Eads,

conduciendo los sedimentos acarreados, que pueden ser en cantidades importantes cuando las avenidas del Jamapa coinciden con esa clase de corrientes litorales.

Una prueba de la inexactitud de las opiniones de Eads, respecto de este asunto, es el hecho de que estando ya inmergido en el cimiento del dique del N.O. un volumen de materiales que equivale próximamente á la mitad del necesario para cerrar en absoluto el canal de ese rumbo, no se han manifestado los rápidos depósitos de arena predichos por el ilustre Ingeniero.

La entrada del Puerto entre la Lavandera y Hornos, tendría además, en mi concepto, dos defectos importantes. Sería difícil para las embarcaciones que se dirigieran á la Rada con vientos del primero y cuarto cuadrantes y estaría demasiado cerca de la playa. No creo que sea conveniente construir una rada artificial en una costa de formación reciente, gastando varios millones en diques y muelles, para dejar la única entrada del Puerto tan próxima á tierra, en un lugar donde los fondos actuales indican numerosas causas azolvantes.

Con motivo del dique del E., el Sr. Ingeniero Thiers propuso una modificación, que defiende en su proyecto de la manera siguiente: *

" La necesidad de cerrar completamente el espacio entre la " Gallega y la Lavandera, para hacer una entrada única entre " la Lavandera y los Hornos, parece mucho menos bien justi- " ficada á pesar de la importancia que ha querido dársele.

" En efecto, he aquí el razonamiento qne se ha hecho:

" Cuando los vientos, se dijo, soplen de la región del E. y " del N.E., las olas pasarán entre la Gallega y la Lavandera, in- " vadiendo y agitando el Puerto.

" Traerán además arenas, que las violentas corrientes del " N.O., producidas por los Nortes, no podrán dispersar como " lo hacen hoy, puesto que se les habrá cerrado la entrada por " el N.O.

* Documentos referentes al traspaso de la concesión de las Obras del Puerto de Veracruz.

" Es necesario, pues, cerrar este intervalo entre la Gallega " y la Lavandera, y entrar al Puerto únicamente por entre la " Lavandera y los Hornos.

" Así, se ha dicho, se estará al abrigo contra las corrientes " del Norte por la Gallega y por el dique entre la Gallega y la " Lavandera, los cuales rechazarán estas corrientes entre la " tierra y Sacrificios, lo mismo que á las que hubieren entrado " por entre la Gallega y la Galleguilla, ó por entre la Gallegui- " lla y la Blanquilla.

" Esto es exacto, pero sería igualmente justo respecto de " una entrada al Norte de la Lavandera, comprendida entre es- " te arrecife y un dique que partiese de la Gallega, tan exacto, " decimos, como de la entrada comprendida entre la Lavande- " ra y los Hornos.

" Una simple mirada sobre el plano de las corrientes, junto " con esta Memoria, bastan para demostrarlo con la más gran- " de evidencia.

" Las corrientes del N.E. que pasan entre Blanquilla y Ane- " gada de Adentro, se agrega, serían peligrosas si no fuesen " forzosamente desviadas por las que pasaran, al mismo tiem- " po, entre Blanquilla y Galleguilla.

" Pero, rechazadas por estas últimas, pasarán solamente por " delante de la entrada, costeando el arrecife de los Hornos, " sin entrar en el Puerto.

" El razonamiento puede ser sostenido.

" Sin embargo, la inspección del plano muestra que la en- " trada entre Lavandera y Hornos, se encuentra en pleno cen- " tro de la ancha corriente del N.E., que puede pasar entre " Blanquilla y Anegada de Adentro, la cual corriente porta recta " sobre la entrada del proyecto Eads, mientras que, al contra- " rio, una entrada al Norte de la Lavandera, entre este arrecife " y un dique, se encuentra casi completamente fuera de la ac- " ción de esta corriente, y con muchas más probabilidades de " ser eficazmente protegida por la desviación que le causará la " corriente entre Blanquilla y Galleguilla.

"Para las corrientes del E. y del S.E. las ventajas de la en-
"trada al Norte de la Lavandera, son más patentes todavía.

"Este punto está protegido de una manera, por decir así, "absoluta, por las islas Verde, Pájaros y Sacrificios; mientras "que, al contrario, todas las porciones de las corrientes, sean "del E. ó del S.E. que puedan pasar por los intervalos entre "estos obstáculos, vienen á dar derecho entre Hornos y La- "vandera.

"Es, pues, un error el haber puesto la entrada del puerto "ahí, la cual estaría mucho más segura y favorablemente si- "tuada al Norte de la Lavandera, donde, además, se encuen- "tran desde ahora, y sin necesidad de dragar, profundidades "que pasan de nueve metros, mientras que entre Lavandera "y Hornos hay apenas cinco metros.

"Esta circunstancia viene en apoyo de nuestros razona- "mientos: prueba que las causas de azolve son más grandes "entre Lavandera y Hornos que al Nòrte de la Lavandera, y "nos da un argumento más para mantener la entrada ahí don- "de existe naturalmente, al Norte de la Lavandera, en lugar "de reemplazarla por otra artificial, por hacer, en fondos que "desde ahora están azolvados" (Lamina VII).

El trazado del dique del E. propuesto por el Sr. Thiers, es, en mi concepto, tan inconveniente como el del Sr. Eads.

Llama desde luego la atención que criticando aquel Ingeniero la entrada Eads, entre la Lavandera y Hornos, á causa de que quedaría abierta á las porciones de las corrientes del E. y S.E. que pueden pasar por los canales comprendidos entre isla Verde, Pájaros y Sacrificios, no haya proyectado un dique para cerrar el mismo canal entre Hornos y Lavandera, y proteger así á la Rada de tales corrientes, en vez de dejarla abierta é incurrir, por tal motivo, en la misma falta que Eads.

El Sr. Thiers, como el Capitán Eads, concedió gran importancia á las corrientes del N.E. y muy poca á las del E., E.S.E. y S.E., preocupándose de abrigar al puerto de las primeras y dejándolo completamente expuesto á las segundas, cosa contra-

ria á la que aconseja el estudio de las corrientes de la localidad.

La entrada propuesta por el Sr. Thiers tendría sobre la de Eads, la ventaja de estar más alejada de la playa, pero en cambio, quedaría abierta no solamente á las corrientes del E.S.E. y S.E. como en el proyecto Eads, sino también á una parte de las del E. que pasan entre Isla Verde y Pájaros.

Además, la estrecha boca de 200 metros al Norte de la Lavandera, tal como la trazó el Sr. Thiers, tendría graves defectos para la navegación. Los buques que se dirigieran al ancladero bajo un N.N.O. fresco, no podrían gobernar con facilidad en la fuerte orzada que tendrían que hacer para enfilar la entrada; las olas originadas á sotavento de la Gallega, al extenderse hasta la Lavandera, aumentarían su intensidad y pondrían á las embarcaciones en peligro de chocar contra este escollo, hacia donde las llevarían la velocidad adquirida y las corrientes.

Del dique del E., tal como lo propusieron los Sres. Eads y Thiers, la única sección de trazado irreprochable, es, á mi juicio, la comprendida entre la Gallega y el Burro. Este pequeño dique es indispensable para proteger á la Rada de los hilos de las corrientes producidas por los N.N.O., que pasan á sotavento de la primera restinga y cuyas huellas actuales están señaladas (Lámina V) por la lengüeta de arena que han formado en los fondos al S. de la Gallega, al chocar contra las corrientes del N.O., que durante siglos han pasado por el centro del Fondeadero, al S.O. del mismo arrecife. Si no se cerrase el pequeño canal entre la Gallega y el Burro, aquellas corrientes producirían en las aguas y fondos cercanos agitaciones y atierres perjudiciales.

Los Sres. Ingenieros Méndez, Senties y Fernández, en el informe ya citado, sobre el proyecto Thiers, recomiendan para las obras exteriores del Fondeadero un trazado muy superior al de este último Ingeniero. Los diques propuestos en aquel estudio son: 1º El del N.O. para cerrar completamente el puerto por ese rumbo. 2º El del E., que partiendo

de la Gallega se dirige en línea recta hasta el Burro, donde forma un ángulo y continúa después hacia el N.E. de la Lavandera, como el rompe–olas del proyecto Thiers, pero más prolongado para abrigar completamente por el N.N.O. á esta restinga y un poco más abierto del arrecife, para ampliar hasta 250 metros la boca del puerto, que en el plan de Thiers sólo tiene 200. 3º Un pequeño muro sobre la Gallega como el del proyecto Thiers, pero más prolongado para reducir á 200 metros la anchura del espacio abierto sobre la restinga, al N.O. de Ulúa. 4º Un dique que, arrancando de la playa, avanza sobre el arrecife de Hornos y se extiende hasta la Lavandera, donde termina.

Con estas obras el Fondeadero quedaría cerrado por todas partes, menos por las dos aberturas situadas sobre la Gallega al N.O. y S.E. de Ulúa, y por la entrada del puerto que quedaría como en el proyecto Thiers, al N.E. de la Lavandera. Abierta esta entrada al E., toda la parte de la Rada al S.E. de Ulúa, quedaría expuesta á la acción de los hilos de las corrientes del E. y S.E. que pudieran entrar por la boca. Mas como ésta sería relativamente estrecha, no creo que los efectos perjudiciales de las corrientes mencionadas tuviesen importancia.

El gran defecto del paso al N.E. de la Lavandera, es por falta de las cualidades que requiere el arte de navegar para la entrada de un puerto. Un buque, que con un N.N.O. fresco llegue en demanda de la Rada, tendrá que orzar fuertemente bajo la acción del viento para enfilar la boca, exponiéndose mucho en esta maniobra á chocar contra la Lavandera, ó á quedar á Sotavento del escollo, perdiendo la entrada. Cerrada la Bahía por el N.O., las embarcaciones de vela medianas que sean sorprendidas por un temporal en la costa de barlovento aprovecharán con frecuencia para acercarse al puerto, como ya comienzan á hacerlo actualmente, el canal comprendido entre la Gallega y la Galleguilla, siguiendo después muy ceñidas al talud S.E. de la Gallega, para buscar el abrigo del arrecife hasta tomar la Rada por el canal del E., entre el Burro y la Lavandera. Para un buque que siga esta derrota, la boca al

N.E. del último escollo, será aún más difícil, porque tendrá que derribar, separándose mucho de la Gallega, para orzar después al buscar la entrada.

Los Sres. Méndez, Sentíes y Fernández no mencionan en su informe nada respecto del órden conveniente para la construcción de los diques. Creo que debieron, á semejanza del Capitán Eads, indicar la necesidad de comenzar las obras del puerto por la fábrica del rompeolas del E., única garantía de la conservación de los fondos de la Rada, para quienes suponen que en Veracruz las corrientes del S.E. no solamente son decididamente azolvantes, sino también normales.

Mis críticas á los trazados propuestos para el dique del E., no significan que yo lo considere tan necesario como el del N.O., pues por el contrario, creo que si se desvían hacia afuera de la Rada los desagües de la Ciudad y se dispone de una draga para conservar los fondos, bastarán para mejorar el puerto las obras exteriores que lo abriguen de los vientos y corrientes del N.O., esto es, el rompeolas entre la Caleta y la Gallega, y el pequeño dique entre el último arrecife y el Burro. Para mí, únicamente por prudencia debe pensarse en la fábrica del dique del E., prudencia que por otra parte no tiene nada de exagerada, tratándose de asegurar el éxito de una obra tan importante como la que se realiza en Veracruz.

Concluído el dique del N.O., si no se protege el Fondeadero hacia el E. y S.E., quedará abierto á las corrientes originadas por los vientos de estos rumbos y del N.E. Las últimas no son de ningún modo temibles, tanto por su escasez cuanto por la limpieza de sus aguas. De las corrientes del E. está protegido en parte el puerto por las restingas de Isla Verde y Pájaros. Las que lleguen á la entrada de él, obrarán de dos modos distintos sobre las aguas de la superficie y del fondo de la Rada: determinarán en las primeras una corriente superficial que atravesará el puerto en toda su extensión hasta salir por encima del arrecife de la Gallega, en las partes abiertas á ambos lados de Ulúa; en las aguas profundas no producirán probablemente ninguna corriente importante, y siendo así, chocarán

contra ellas y se desviarán de su dirección primitiva, abandonando parte de los sedimentos que contengan. Las corrientes del S.E. desviadas sucesivamente como ya he dicho y repetido, por la Punta de Mocambo y los arrecifes de Sacrificios, Pájaros y Hornos, llegarán sólo en parte á la entrada del Fondeadero, donde originarán como las del E., una corriente superficial; las aguas profundas, no pudiendo desarrollar corriente en las aguas encerradas en la bolsa del puerto, continuarán su marcha por el S.E. de la Gallega, cambiando de rumbo después de chocar contra las aguas de la Rada, y dejando depositar cerca de la entrada una buena parte de los sedimentos que arrastren.

Ahora bien, no es fácil calcular el volumen de estos azolves, y por consiguiente, el trabajo de dragado necesario para conservar los fondos. De todo lo dicho en esta Memoria, resulta que la cantidad de atierres formados así debe ser corta, y en esto me fundo para creer que limitando las obras exteriores al dique del N.O. y al pequeño entre la Gallega y el Burro, una draga será bastante para extraer los azolves que se produzcan; pero como es imposible adquirir sobre el asunto datos positivos y estimar con exactitud las pérdidas de fondo que se originarían, sobre todo durante las avenidas de los ríos del Sur, es prudente aconsejar la fábrica de diques en el E. y S.E., que preserven á la Rada de los muchos ó pocos atierres que pueda recibir por aquel rumbo.

En mi concepto, al construir el dique del E., debe escogerse un trazado conveniente para procurar á las aguas de la Rada un abrigo absoluto de las corrientes del E., E.S.E. y S.E., pero de tal modo, que la entrada del puerto sea fácil para los navegantes, y que quede abierta en la dirección de las corrientes del N.E. que son en Veracruz las menos frecuentes y peligrosas. Todo esto se conseguirá además de una protección eficaz contra las corrientes del N.N.O. que pasan al S.E. de la Gallega, por medio de los dos rompe-olas señalados en la lámina VIII. El vértice del dique del E. se ha situado sobre el arrecife del Burro, al O.N.O. del extremo del dique del S.E. y éste

al S. de la extremidad del dique del E., quedando entre los dos la entrada del Puerto con una anchura de 250 metros.

A mi juicio sería inútil prolongar el dique del S.E. hasta la playa, como lo indicaron los Sres. Méndez, Sentíes y Fernández, porque las corrientes que puedan pasar entre el arrecife de Hornos y la costa, no tendrán ninguna importancia por ser enteramente superficiales. En cambio, creo necesario prolongar el mismo hacia el N.E. de la Lavandera para abrigar completamente á la Rada de las corrientes del E. y S.E.

En cuanto á las aberturas situadas sobre la Gallega, á ambos lados de Ulúa, deben conservarse, en mi concepto, tal como las propuso el Sr. Thiers, porque facilitan la renovación parcial de las aguas del Puerto.

La fábrica de los dos diques del E. y S.E., que propongo, es una obra costosa, aunque no excesivamente Construyéndolos con enrocamientos de piedra común, formados en su interior con materiales pequeños revestidos sucesivamente por otros cada vez mayores hasta los taludes superficiales que se pueden proteger con grandes bloques de piedra artificial, resistirán á la acción mecánica de las aguas con las dimensiones siguientes:

Dique del Este.—1ª sección comprendida entre los arrecifes de la Gallega y el Burro. Coronamiento de 4 metros de anchura; taludes de 1 por 1; parapetos de 1m50 de grueso por 2m0 de altura sobre la baja mar.

2ª sección sobre la restinga del Burro. Coronamiento de 3m0 de anchura; taludes de 1 por 1; parapetos, de las mismas dimensiones que los anteriores.

3ª sección al E. del Burro. Coronamiento de 6 metros de anchura. Taludes, iguales á los anteriores.

Dique del Sureste.—1ª sección, sobre el arrecife de Hornos y entre éste y el de la Lavandera. Enrocamiento y parapetos, iguales á los de la primera sección del dique del Este.

2ª sección sobre la Lavandera. Muro de 6 metros de grueso con parapetos verticales.

3ª sección al N. de la Lavandera. Coronamiento de 6 metros de anchura. Taludes y parapetos iguales á los anteriores.

El dique del S.E. puede unirse con tierra por medio de un camino colocado sobre pilotes de madera.

Con las dimensiones marcadas para los dos diques, tendrán un volúmen que probablemente no pasará de ciento cincuenta mil metros cúbicos.

III.—Obras interiores en el Puerto.

Examinadas las obras exteriores que deben asegurar la tranquilidad de las aguas y conservación de los fondos en el espacio cerrado que constituirá la Rada, es natural fijar la atención en las instalaciones interiores que forman el complemento de aquellas, puesto que tienden á facilitar á los buques tanto el acceso al Fondeadero, como sus operaciones de carga y descarga.

Aunque su objeto sea distinto, cuento en primer lugar, entre las obras interiores, las necesarias para llevar los desagües de la ciudad hasta fuera del puerto cerrado. Es inútil insistir sobre este punto, después de todo lo dicho en las páginas anteriores.

El valizaje y alumbrado marítimo de los varios canales de entrada por el E., se impone en segundo término, como una obra necesaria, desde el momento en que se cerró á la navegación el canal del N.O. Perdido el carácter de luces de dirección para señalar este último paso, que tuvieron los faros de 4º orden de Ulúa y Benito Juárez, les queda solamente el de luces de recalada, y como una de éstas basta para un puerto, resulta inútil la otra, cuyo presupuesto de gastos podría inver-

tirse más provechosamente en sostener pequeños fanales que guiasen á los navegantes á través de los tortuosos parajes del E. Para señalar estos lugares con precisión, podrán adoptarse las disposiciones siguientes, cuyo costo no resultaría exagerado: 1º Un faro de primer orden, sobre una torre metálica de 60 metros de altura, situado en la Isla de Sacrificios, Casamata ó cualquier punto útil de la costa, que quede en la enfilación de las aguas profundas del canal comprendido entre la Galleguilla y la Blanquilla. Esta luz de recalada, visible á 20 millas por lo menos, es decir, hasta 5 millas más allá de la Anegada de Afuera, marcaría la entrada entre aquellos arrecifes, que se rebasarían dirigiéndose hacia el faro con el rumbo conveniente. 2º Dos boyas sonoras y luminosas colocadas en los extremos N.O. y S.E. de la Blanquilla y dos boyas de espejo en las puntas E. de la Galleguilla y O. de la Anegada de Adentro. Estas cuatro valizas marcarían los dos canales abiertos entre las tres restingas. 3º Dos boyas de espejo para señalar el canal entre la Gallega y la Galleguilla. 4º Un pequeño fanal de dirección, de quinto orden, en la torre donde está colocado actualmente el faro Juárez. Este fanal podría tener un sector rojo que marcase la enfilación de la entrada del Fondeadero. 5º Dos fanales de quinto orden, de luces verde y roja, en los extremos de los diques del E. y del S.E., para indicar la entrada del Puerto. 6º Un pequeño fanal de quinto orden, en la torre donde está situado el faro de Ulúa, con un sector rojo que señale á los buques la dirección que deben seguir después de haber rebasado los diques, para dirigirse al ancladero.

La conservación de las luces y boyas descritas, costará un poco más que importa actualmente el de los dos faros establecidos en Veracruz; pero su utilidad indiscutible compensará los gastos que originen. Con ellas, cualquier navegante podrá en todos casos seguir con seguridad su derrota, desde el momento en que aviste el puerto hasta anclar al abrigo de los diques.

Se ha hablado últimamente de la conveniencia de colocar

un faro de primer orden en la Blanquilla. Probablemente esta luz sería aun más útil que el faro del mismo orden situado en tierra, que propongo; pero tanto la instalación de la torre necesaria sobre un arrecife permanentemente cubierto por las aguas y aislado en la mar, como el sostenimiento de la luz, serían excesivamente costosos.

Además de las obras interiores señaladas, es necesario el dragado de algunos fondos del puerto, para facilitar en su interior ciertas maniobras de los buques. El canal profundo con más de 7 metros de agua, en que hacen todos sus movimientos las embarcaciones de gran calado, tiene apenas 225 metros de anchura en su parte más estrecha (Lámina V). Conviene aumentarlo, por lo menos hasta 400 metros de ancho, dándole 7^{m}60 de profundidad mínima, y así se evitaría todo peligro á los buques en sus viradas dentro del Fondeadero (Lámina VIII). Esta obra se completará, rebajando hasta la misma hondura los dos pequeños arrecifes conocidos con los nombres de Lajas de Afuera y de Adentro.

Es preciso igualmente dragar los fondos de arena del espacio comprendido entre la curva de nivel á 7^{m}60, y el talud Sur de la Gallega, tanto para ahondar la entrada del puerto, como para que pueda utilizarse el ancón situado entre la restinga y el arranque del dique del Este.

La última de las obras interiores necesarias en Veracruz, es la de los muelles de descarga. Esta fábrica no es como las exteriores, de importancia capital para la Bahía. Cuando estén terminados los rompe-olas y abrigado el Fondeadero por todos los rumbos peligrosos, los buques dispondrán de un ancladero amplio y podrán atracar al dique del N.O. para hacer sus operaciones de alijo. Entonces se habrá conseguido el objeto principal de las Obras del Puerto, y solamente para hacerlo más provechoso serán útiles los muelles, cuyo trazado conviene examinar con atención, puesto que de él depende la mayor ó menor capacidad del dique para recibir embarcaciones á la descarga.

Este es para mí el único objeto esencial de los muelles y no

el de rompe-olas que creyó necesario darles el Sr. Thiers, al proyectar (Lámina VII) los tres grandes y costosos de piedra artificial, que debían dividir el área del puerto en docks, para evitar la agitación de las aguas en el momento de un viento fresco del N.N.O. No faltan en la costa ejemplos que demuestran cuán corta será la amplitud de las olas que se desarrollen dentro de la Rada en tales circunstancias, después de la clausura completa del canal del N.O. La ría de Alvarado tiene, en su parte más estrecha, 3 kilómetros de longitud y $1\frac{1}{2}$ de anchura, con profundidades hasta de 9 metros, es decir, una amplitud mayor que la del futuro puerto de Veracruz, y sin embargo, allí la marejada durante un viento fresco no es bastante para impedir el tráfico de pequeños vapores.

Limitado el objeto de los muelles á los servicios que presten para facilitar la descarga de los buques y para utilizar el mayor espacio posible del puerto, claro es que el sistema más conveniente será el que permita al mayor número de embarcaciones hacer simultáneamente sus operaciones de alijo. El capitán Eads proyectó una serie de muelles de madera de 122 á 193 metros de longitud, paralelos á distancias de 76 á 91 metros y partiendo todos ya del dique del N.O., ya de un camino de madera cercano á la playa y localizado en la línea de las profundidades de 3 metros (Lámina VI). Esta disposición es económica y puede emplearse, á mi juicio, con mayor ventaja, haciendo más cortos los muelles y acercándolos unos á otros de tal modo, que sólo queden separados por el espacio necesario para contener con holgura la manga de un buque. Dándoles 100 metros de longitud y 20 metros de anchura para que puedan sostener tres vías ferreas, cualquiera embarcación colocada entre dos de ellos, podrá descargar al mismo tiempo sobre ambos, ó cargar en uno y descargar sobre el otro, como se practica en algunos puertos. Construyendo con esa disposición una serie de muelles de madera á lo largo de la segunda rama del dique del N.O., como está señalado en la lámina VIII, y dotándolos con todas las instalaciones necesarias, como gruas, pilotes de amarra, defensas, etc., diez embarcaciones de gran

calado podrán con seguridad y rapidez, cargar y descargar simultáneamente en aquel corto tramo. Igual cosa puede hacerse en la 1ª rama del malecón, para buques de menor capacidad.

Aprovechando los fondos de piedra en las cercanías del arrecife de la Caleta, es fácil obtener á poco coste un extenso muelle de más de 450 metros de longitud, para servicio de las embarcaciones de diez pies ó menos de calado, para lo cual basta construir dos muros cerca de los taludes de la restinga, situando el del lado de la mar en profundidades de tres metros (Lámina VIII). Si es necesario aumentar la longitud útil del muelle, se pueden construir otros de madera, perpendiculares á la dirección de la pared. Aquella obra tendría, además, la ventaja de proporcionar, con un simple relleno entre los dos muros, el dique y la playa, un extenso y valioso terreno muy favorablemente situado para la colocación de almacenes fiscales y de depósito.

Construídas las obras exteriores é interiores que he examinado, el porvenir del puerto no sería dudoso. Veracruz conservaría, como hasta ahora, la importante posición mercantil que le corresponde por su situación topográfica. Tal es al menos mi creencia, que anhelo ver confirmada, tanto por amor á la ciudad como por el deseo natural de que se termine con éxito la primera obra marítima de importancia emprendida en la República.

Veracruz, Enero de 1890.

APENDICE.

MES DE ENERO.

Número de veces en que soplaron vientos de los rumbos de la mar y velocidad de ellos.—Tres observaciones diarias.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O. N. O. N. N. O. N.			VIENTOS DEL N. AL E. N. N. E. N. E. E. N. E.			VIENTOS DEL E. AL S. E. E.S.E. S.E. S.S.E. S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
			Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.
1883..................	58	33	5.9	20	0	0	0	1	2	2
1884..................	42	50	4.8	19	0	0	0	3	1.3	2
1885..................	42	50	4.7	19	0	0	0	1	1	1
1886..................	58	31	5.3	16	0	0	0	3	2.3	3
1887..................	58	25	5.5	15	0	0	0	10	1.8	3
1889..................	45	43	3.02	12	0	0	0	5	1.8	3
En 6 años............	303	232	4 75	20	0	0	0	23	1.77	3

MES DE FEBRERO.

AÑOS.	CALMA. Nº de vec.	N. AL O. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	N. AL E. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	E. AL S. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
1883..................	52	31	5.7	18	0	0	0	1	1	1
1884..................	60	21	4.7	13	0	0	0	4	1	1
1885..................	36	38	3.2	8	0	0	0	10	1.5	3
1886..................	49	30	3.6	10	0	0	0	5	1.6	2
1887..................	58	19	3.5	0	0	0	0	7	1.7	4
1888..................	49	31	2.1	4	0	0	0	7	1.7	3
1889..................	44	35	3.4	9	0	0	0	5	2.5	3
En 7 años............	348	205	3.685	18	0	0	0	39	1.648	4

MES DE MARZO.

Número de veces en que soplaron vientos de los rumbos de la mar y velocidad de ellos.—Tres observaciones diarias.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O. N. O. N. N. O. N.			VIENTOS DEL N. AL E. N. N. E. N. E. E. N. E.			VIENTOS DEL E. AL S. E. E.S.E. S.E. S.S.E. S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
			Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.
1883..................	50	34	1.4	5	0	0	0	9	1.2	2
1884..................	55	26	2.7	9	0	0	0	12	1.5	3
1885..................	41	38	3 5	9	0	0	0	14	2.1	3
1886	54	25	3.8	13	1	3	3	13	2.1	6
1887..................	49	33	3.09	10	1	2	2	9	2.2	6
1889..................	46	35	2.3	6	0	0	0	12	3.3	6
En 6 años............	295	191	2.765	13	2	2.5	3	69	2.1	6

MES DE ABRIL.

AÑOS.	CALMA. Nº de vec.	N. AL O. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	N. AL E. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	E. AL S. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
1883..................	45	36	2.7	12	0	0	0	9	1.6	7
1884..................	47	25	3 4	12	0	0	0	18	1.1	3
1885..................	49	15	2.2	4	0	0	0	26	1.4	3
1886..................	59	13	2.6	8	0	0	0	18	1.9	4
1887..................	46	16	3.3	10	3	3.3	6	25	2.8	6
1888..................	56	15	3.8	7	5	1.4	3	20	3.3	6
1889..................	52	17	2.1	5	0	0	0	15	2.4	7
En 7 años............	354	137	2.879	12	8	2.11	6	131	2.113	7

MES DE MAYO.

Número de veces en que soplaron vientos de los rumbos de la mar y velocidad de ellos.—Tres observaciones diarias.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O. N. O. N. N. O. N.			VIENTOS DEL N. AL E. N. N. E. N. E. E. N. E.			VIENTOS DEL E. AL S. E. E.S.E. S.E. S.S.E. S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
			Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.
1883..................	47	18	2	4	0	0	0	29	1.7	8
1884..................	64	13	3.4	8	3	1.6	3	13	1.5	3
1885..................	63	10	2.3	6	4	1.7	2	15	1.2	2
1886..................	51	25	2.8	12	0	0	0	17	2.5	4
1887..................	52	15	2.9	8	5	2.6	3	21	2.8	9
1888..................	62	10	3.8	9	0	0	0	17	2.6	4
1889..................	59	18	3.5	8	1	5	5	15	2.9	6
En 7 años............	398	109	2.916	12	13	2.27	5	127	2.17	9

MES DE JUNIO.

AÑOS.	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
1883..................	67	16	1.5	2	0	0	0	10	1.4	2
1884..................	72	7	1.4	3	3	1.6	2	8	1	2
1885..................	67	0	0	0	0	0	0	23	1.7	4
1886..................	64	3	1.3	3	6	2.5	3	17	1.6	3
1887..................	56	14	1.6	3	1	3	3	19	1.8	3
1888..................	70	2	1	1	0	0	0	18	2.1	3
1889..................	61	1	1	1	0	0	0	28	2.7	6
En 7 años............	457	43	1.467	3	10	2.28	3	123	1.917	6

MES DE JULIO.

Número de veces en que soplaron vientos de los rumbos de la mar y velocidad de ellos.—Tres observaciones diarias.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O. N. O. N. N. O. N.			VIENTOS DEL N. AL E. N. N. E. N. E. E. N. E.			VIENTOS DEL E. AL S. E. E.S.E. S.E. S.S.E. S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
			Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.
1883..................	68	16	1.06	2	0	0	0	9	1.4	2
1884..................	79	4	1.5	2	0	0	0	10	1.1	2
1885..................	75	4	1.7	3	2	3	4	12	1.1	2
1886..................	78	6	3.3	6	2	3	3	7	1.4	3
1887..................	69	1	3	3	0	0	0	23	2.1	3
1888..................	77	0	0	0	0	0	0	16	1.8	3
1889..................	63	5	2.8	8	1	2	2	12	2.7	5
En 7 años............	509	36	1.849	8	5	2.8	4	89	1.754	5

MES DE AGOSTO.

AÑOS.	CALMA. Nº de vec.	N. AL O. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	N. AL E. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	E. AL S. Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
1883..................	76	11	1.1	2	0	0	0	6	1	1
1884..................	65	23	1.6	4	0	0	0	5	1.4	2
1885..................	67	10	1.9	4	0	0	0	16	1.6	3
1886..................	64	21	2.2	6	0	0	0	8	2.5	4
1887..................	67	4	3.7	6	3	4	6	18	2.9	6
1888..................	74	10	2.8	5	0	0	0	9	2.5	3
1889..................	61	17	4.2	8	2	1.5	2	7	2.4	3
En 7 años............	474	96	2.378	8	5	3.0	6	69	2.175	6

MES DE SEPTIEMBRE.

Número de veces en que soplaron vientos de los rumbos de la mar y velocidad de ellos.—Tres observaciones diarias.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O. N. O. N. N. O. N.			VIENTOS DEL N. AL E. N. N. E. N. E. E. N. E.			VIENTOS DEL E. AL S. E. E.S.E. S.E. S.S.E. S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
			Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.
1883	44	32	2.9	12	0	0	0	3	1	1
1884	74	13	1.6	4	0	0	0	3	1	1
1885	56	24	2.6	7	0	0	0	10	2.5	3
1886	57	30	2.7	6	0	0	0	3	1.6	3
1887	54	28	3.3	9	0	0	0	8	1.7	3
1888	58	23	3.8	12	*2 * Ciclón del día 7	14.5	*20 * Ciclón del día 7	7	2.1	3
1889	65	24	4.9	12	0	0	0	8	2.7	3
En 7 años	408	174	3.186	12	2	14.5	20	42	2.04	3

MES DE OCTUBRE.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O.			VIENTOS DEL N. AL E.			VIENTOS DEL E. AL S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
1883	48	28	2.4	6	0	0	0	3	1	1
1884	40	49	3.4	8	0	0	0	4	1.7	3
1885	46	41	2.2	9	1	1	1	5	1.4	2
1886	50	39	3.8	9	0	0	0	4	2	3
1887	44	43	4.2	13	0	0	0	6	1.6	3
1888	57	29	3 1	9	1	3	3	6	2.1	3
1889	58	18	2.7	6	0	0	0	10	2.4	3
En 7 años	343	247	3.203	13	2	2 0	3	38	1.868	3

MES DE NOVIEMBRE.

Número de veces en que soplaron vientos de los rumbos de la mar y velocidad de ellos.—Tres observaciones diarias.

AÑOS.	CALMA.	VIENTOS DEL N. AL O. N. O. N. N. O. N.			VIENTOS DEL N. AL E. N. N. E. N. E. E. N. E.			VIENTOS DEL E. AL S. E. E.S.E. S. E. S.S.E. S.		
	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
			Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.		Mts. por seg.	Mts. por seg.
1883..................	38	44	4 6	11	0	0	0	8	1	1
1884..................	48	37	5.08	13	0	0	0	5	1.2	2
1885..................	48	29	5.03	14	0	0	0	13	1.7	4
1886..................	49	35	4.2	18	0	0	0	6	1.8	3
1887..................	59	22	3.6	11	0	0	0	9	2 7	3
1888..................	50	32	3.6	10	0	0	0	8	2.3	4
1889..................	49	35	5.5	12	0	0	0	6	2	3
En 7 años............	341	234	4.573	18	0	0	0	55	1.847	4

MES DE DICIEMBRE.

AÑOS.	Nº de vec.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.	Nº de vec.	Vel. med.	Vel. máx.
1883..................	49	37	3.8	16	0	0	0	7	1	1
1884..................	47	32	2.7	14	0	0	0	14	1.1	2
1885..................	47	42	4.4	18	0	0	0	3	1.6	3
1886..................	60	27	4.3	14	0	0	0	6	2.1	3
1887..................	55	34	4.5	12	0	0	0	4	2	3
1888.........	49	40	3 1	10	0	0	0	4	1 5	3
1889..................	63	22	1.9	6	0	0	0	8	2.3	3
En 7 años............	370	234	3.61	18	0	0	0	46	1.57	3

PUERTO DE VERACRUZ.

OBSERVACIONES DE CORRIENTES SUBMARINAS.

Fecha de la observación.	Horas de las observaciones.	Dirección y fuerza del viento.	Estado de transparencia del agua.	Profundidades en que se hicieron las observaciones.	Dirección y fuerza de la corriente submarina.	Lugares en que se hicieron las observaciones.
Ab. 17.1890	4.38 P. M.	N.N.E. Fresco.	Transparente.	5 metros.	Del E.S.E. fuerte.	Centro del puerto, al N. E. ¼ N. del faro "Juarez."
"	4.44 "	"	"	2 "	Del E. ¼ S.E. "	Idem.
"	2.35 "	N. E. Fresco.	"	10 "	Del S.S.E. "	Centro del espacio comprendido entre los arrecifes de la Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Anegada, Isla Verde, Pájaros, Sacrificios y Hornos.
"	2.40 "	"	"	2 "	Del S. E. suave.	Idem.
"	1.30 "	N.N.E. Fresco.	"	3 "	Del E.S.E. "	Canal entre Hornos y la Lavandera.
"	1.35 "	"	"	1 "	Del E.S.E. fuerte.	Idem.
"	2.05 "	N. E. Fresco.	"	8 "	Del E.S.E. "	Canal entre la Lavandera y el Burro.
"	2.10 "	"	"	2 "	Del E.S.E. "	Idem.
"	4.15 "	"	"	5 "	Del E. suave.	Canal entre el Burro y la Gallega.
"	4.20 "	"	"	2 "	Del E.N.E. suave.	Idem.
"	3.40 "	N.N.E. Fresco.	"	8 "	Del S.E. ¼ S. fuerte.	Canal entre la Gallega y la Galleguilla.
"	3.53 "	"	"	2 "	Del S.S.E. "	Idem.
"	3.24 "	N. E. Fresco.	"	8 "	Del S. ¼ S.E. "	Canal entre la Galleguilla y la Blanquilla.
"	3.30 "	"	"	2 "	Del S. ¼ S.E. "	Idem.

NOTA.—El carácter y direcciones de esta corriente, pueden ser considerados como tipos de las corrientes del S.E. en épocas normales.

PUERTO DE VERACRUZ.

OBSERVACIONES DE CORRIENTES SUBMARINAS.

Fecha de la observación.	Horas de las observaciones.	Dirección y fuerza del viento.	Estado de transparencia del agua.	Profundidades en que se hicieron las observaciones.	Dirección y fuerza de la corriente submarina.	Lugares en que se hicieron las observaciones.
Ab. 30.1890	1.00 P. M.	E.N.E. Fresco.	Clara.	5 metros.	Del N.O. fuerte.	Centro del puerto, al N. ¼ N. E. del faro "Juárez."
,,	1.05 ,,	,,	,,	2 ,,	Del N.O. ,,	Idem.
,,	1.20 ,,	,,	,,	8 ,,	Del N.N.O. ,,	Fuera del puerto, al N.O. de él.
,,	1.27 ,,	,,	,,	2 ,,	Del N.¼N.E. fuert.	Idem.
,,	11.00 A. M.	,,	,,	10 ,,	Del O. ,,	Centro del espacio comprendido entre los arrecifes de la Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Anegada, Isla Verde, Pájaros, Sacrificios y Hornos.
,,	11.07 ,,	,,	,,	2 ,,	Del O.N.O. ,,	Idem.
,,	10.40 ,,	,,	,,	2 ,,	Del O. ,,	Canal entre Hornos y la Lavandera.
,,	10.45 ,,	,,	,,	1 ,,	Del O.¼N.O. fuert.	Idem.
,,	12.40 P. M.	,,	,,	5 ,,	Del O.S.O. ,,	Canal entre la Lavandera y el Burro.
,,	12.45 ,,	,,	,,	2 ,,	Del O. ,,	Idem.
,,	12.25 ,,	,,	,,	8 ,,	Del N. suave.	Canal entre el Burro y la Gallega.
,,	12 30 ,,	,,	,,	2 ,,	Del N.E.¼N. suav.	Idem.
,,	12 04 ,,	,,	,,	8 ,,	Del N.O. fuerte.	Canal entre la Gallega y la Galleguilla.
,,	12.10 ,,	,,	,,	2 ,,	Del N.O. ,,	Idem.
,,	11.38 A. M.	,,	,,	10 ,,	Del O.N.O. ,,	Canal entre la Galleguilla y la Blanquilla.
,,	11.45 ,,	,,	,,	2 ,,	Del N.N.O. ,,	Idem.

NOTA.—El viento del N.N.O. que decidió esta corriente del N.O., sopló el 29 de Abril con muy corta intensidad; lo que explica por qué no fué capaz de enturbiar las aguas, transparentes en todos los dias anteriores en que soplaron brisas. Las direcciones de las corrientes en los diversos canales, cercanos al puerto, pueden ser consideradas como el tipo que domina en las corrientes del N.O.


TC 229 .V4 .V7 C.1
El puerto de Veracruz
Stanford University Libraries
3 6105 036 848 013
TC
229
.V4.V7
DATE DUE
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA
94305

